

POLITECNICO DI TORINO

Laurea Magistrale in Ingegneria dei Materiali



Tesi di Laurea Magistrale

Standardizzazione del fianco esterno di uno pneumatico

RELATORE

Prof. Massimo Messori

TUTOR AZIENDALI

Ing. Michele Ambrogio

Luciano Garnero

CANDIDATO

Umberto Fasano

Ottobre 2023

Sommario

Il sito Michelin di Cuneo è un sito estremamente complesso per quanto riguarda la fabbricazione di pneumatici. A portafoglio vi sono più di 300 dimensioni differenti di pneumatici, che si contraddistinguono per una elevata differenziazione geometrica del fianco. Lo studio realizzato è di fondamentale importanza in quanto, senza una adeguata operazione di standardizzazione del fianco esterno, gli impatti economici e di capacità di produzione in estrusione diventano tali da rendere la fabbricazione quanto mai penalizzante. Il seguente studio ha preso in considerazione le 147 differenti geometrie di fianco esterno presenti nel portafoglio Michelin, facendo riferimento esclusivamente alle geometrie impiegate per i mezzi automatici. Al fine di ottimizzare il numero di geometrie di fianco esterno presenti, è necessario effettuare un raggruppamento in famiglie delle seguenti geometrie, sulla base di parametri quali:

- mescola;
- presenza o meno del CJK, ovvero un componente in gomma che funge da congiunzione tra il fianco esterno ed il battistrada;
- dimensioni (larghezza, spessore, sezione);
- profilo geometrico;
- quote architettura dello pneumatico;
- volumi produttivi.

Successivamente, sulla base delle famiglie presenti, sono state elaborate 59 proposte così articolate:

- 54 proposte di sostituzione di un profilo di fianco esterno con uno esistente;
- 5 proposte di realizzazione di un profilo intermedio per sostituire 2 profili esistenti.

In seguito, sono state effettuate delle prove su 8 di queste 59 proposte teoriche, per valutare i risultati ottenuti in termini di controllo qualità degli pneumatici prodotti con il nuovo profilo. Inoltre, ogni proposta porta con sé un doppio risparmio:

- Un risparmio annuale derivante dall'eliminazione della geometria di fianco esterno;
- Un risparmio annuale in gomma dovuto alla differenza di peso e sezione tra profilo sostituyente e profilo sostituito.

Dunque, dall'analisi di questi risparmi è possibile risalire al risparmio annuale totale dell'intero stabilimento derivante dallo studio realizzato. In ultima analisi, è stato introdotto uno standard per i processi di creazione di nuove geometrie di fianco esterno. Questo assume un'importanza fondamentale per evitare una nuova proliferazione di geometrie all'interno del portafoglio Michelin, in quanto permette di definire un 'modus operandi' per evitare, se non in casi strettamente necessari ed economicamente convenienti, la creazione di un nuovo profilo. Il lavoro di tesi è stato quindi impostato in maniera da ottimizzare il numero di geometrie di fianco esterno presenti nel portafoglio Michelin, tenendo in considerazione come questo vada ad impattare a livello economico e, allo stesso tempo, definendo uno standard applicabile ai differenti stabilimenti Michelin nel mondo per incrementare i risparmi e l'efficienza produttiva.

Ringraziamenti

Ho il piacere di dedicare qualche riga di questo elaborato alle persone che sono state vicine e mi hanno supportato durante il mio percorso di vita ed universitario.

Ringrazio la Michelin italiana S.P.A. stabilimento di Cuneo per avermi accompagnato in una delle realtà industriali più importanti al mondo ed in particolare il mio Tutor Aziendale Luciano Garnero ed il responsabile della qualità Ing. Michele Ambrogio che mi hanno aiutato a condurre le ricerche, fornendomi le risorse e le conoscenze necessarie, in termine di persone e macchinari, utili a svolgere tutte le attività necessarie oggetto dell'elaborato. Ringrazio il mio relatore Professore Massimo Messori per la sua disponibilità.

Ringrazio i miei genitori, Miriam e Raffaele, e mio fratello, Matteo, per il supporto incessante durante tutti questi anni, ma soprattutto per avermi reso la persona che sono oggi. Nonostante oltre 1100 km di distanza, non hanno mai fatto mancare la loro vicinanza.

Ringrazio Alessandra, che mi stata accanto nei momenti belli e in quelli brutti, senza mai smettere di credere in me.

Ringrazio i miei nonni ed i miei zii, soprattutto coloro che sono qui in questo giorno speciale, per avermi sempre mostrato grande vicinanza e supporto.

Ringrazio gli amici di famiglia, Maria, Stefano, Sabrina e Simone, che sono stati sempre presenti da quando sono piccolo e, nonostante la distanza, sono saliti a Torino sia per celebrare la Laurea Triennale che, oggi, la Laurea Magistrale.

Ringrazio i miei amici della Banda del The Hops, la mia seconda famiglia, un luogo sicuro di ritrovo di persone che hanno avuto e continuano ad avere un ruolo fondamentale nella mia vita.

Ai miei colleghi di corso, ce l'abbiamo fatta! Dopo tutte le lezioni, gli esami, i pranzi al Poli e le partite a briscola, siamo arrivati al traguardo. E devo dire, è stato davvero un bel viaggio.

Ringrazio tutte quelle persone che hanno contribuito, anche in minima parte, ad avermi reso la persona che sono oggi.

Un ringraziamento speciale va ad una persona che non c'è più da qualche anno, il cui esempio è stato fondamentale e continuerà ad esserlo nel mio percorso di vita.

Questo traguardo, per quanto tanto agognato e atteso, è soltanto un punto di partenza.

Spero di avervi reso tutti orgogliosi.

Indice

Elenco delle tabelle	x
Elenco delle figure	xv
1 Lo Pneumatico	1
1.1 Storia	1
1.2 Composizione	6
1.3 Struttura	9
1.4 Il mondo Michelin	16
1.5 Gamme Michelin	20
2 Il Fianco Esterno	21
2.1 Mezzi automatici	21
2.2 Architettura del fianco esterno	23
2.2.1 HFE	24
2.2.2 EFE	25
2.2.3 BFE	26
2.3 Mescole	26
3 Famiglie FE	27
3.1 Parametri per la suddivisione delle geometrie FE	27
3.1.1 Mescola	28
3.1.2 Presenza del CJK	28
3.1.3 Dimensioni(larghezza, spessore, sezione)	28
3.1.4 Profilo geometrico	28
3.1.5 Quote di architettura dello pneumatico	29
3.1.6 Volumi produttivi	29
3.2 Mescola 19086	30
3.2.1 Senza CKJ	30
3.2.2 Con CJK e con larghezza $L < 50$ mm	33
3.2.3 Con CJK e con larghezza $50 \text{ mm} < L < 60$ mm	38

3.2.4	Con CJK e con larghezza $60 \text{ mm} < L < 70 \text{ mm}$	49
3.2.5	Con CJK e con larghezza $70 \text{ mm} < L < 80 \text{ mm}$	58
3.2.6	Con CJK e con larghezza $80 \text{ mm} < L < 90 \text{ mm}$	68
3.2.7	Con CJK e con larghezza $90 \text{ mm} < L < 104 \text{ mm}$	74
3.3	Mescola 25687	81
3.3.1	Con CJK e con larghezza $L < 50 \text{ mm}$	81
3.3.2	Con CJK e con larghezza $50 \text{ mm} < L < 60 \text{ mm}$	83
3.3.3	Con CJK e con larghezza $70 \text{ mm} < L < 80 \text{ mm}$	87
3.3.4	Con CJK e con larghezza $80 \text{ mm} < L < 90 \text{ mm}$	98
3.3.5	Con CJK e con larghezza $90 \text{ mm} < L < 104 \text{ mm}$	107
3.4	Mescola 25991	109
4	Sviluppo e Analisi delle proposte	111
4.1	Piano d'azione	111
4.2	Controllo Qualità (CQ)	113
4.3	Analisi Risultati Ottenuti	116
4.3.1	Caso Studio 1 (Proposta 4)	116
4.3.2	Caso Studio 2 (Proposta 6)	116
4.3.3	Caso Studio 3 (Proposta 9)	116
4.3.4	Caso Studio 4 (Proposta 12)	117
4.3.5	Caso Studio 5 (Proposta 23)	117
4.3.6	Caso Studio 6 (Proposta 31)	117
4.3.7	Caso Studio 7 (Proposta 42)	117
4.3.8	Caso Studio 8 (Proposta 45)	118
5	Valutazione Economica	119
5.1	Risparmio annuale geometrie FE	119
5.2	Risparmio annuale in gomma	119
5.3	Risparmio annuale totale	122
5.4	Risparmio effettivo dei casi studio considerati	122
5.4.1	Caso Studio 1 (Proposta 4)	122
5.4.2	Caso Studio 2 (Proposta 6)	123
5.4.3	Caso Studio 3 (Proposta 9)	123
5.4.4	Caso Studio 4 (Proposta 12)	123
5.4.5	Caso Studio 5 (Proposta 23)	123
5.4.6	Caso Studio 6 (Proposta 31)	124
5.4.7	Caso Studio 7 (Proposta 42)	124
5.4.8	Caso Studio 8 (Proposta 45)	124
6	Standardizzazione	125
7	Conclusioni	127

Elenco delle tabelle

3.1	Informazioni dimensione A1	30
3.2	Informazioni dimensione A2	31
3.3	Quote di architettura dello pneumatico dimensione A2	31
3.4	Informazioni dimensione B1	32
3.5	Informazioni dimensione B2	33
3.6	Quote di architettura dello pneumatico dimensione B2	33
3.7	Informazioni dimensione C1	33
3.8	Quote di architettura dello pneumatico dimensione C1	34
3.9	Informazioni dimensione C2	34
3.10	Quote di architettura dello pneumatico dimensione C2	34
3.11	Informazioni dimensione D1	35
3.12	Quote di architettura dello pneumatico dimensione D1	35
3.13	Informazioni dimensione D2	36
3.14	Quote di architettura dello pneumatico dimensione D2	36
3.15	Informazioni dimensione D3	37
3.16	Quote di architettura dello pneumatico dimensione D3	37
3.17	Informazioni dimensione E1	38
3.18	Quote di architettura dello pneumatico dimensione E1	38
3.19	Informazioni dimensione E2	39
3.20	Quote di architettura dello pneumatico dimensione E2	39
3.21	Informazioni dimensione E3	39
3.22	Quote di architettura dello pneumatico dimensione E3	40
3.23	Informazioni dimensione E4	40
3.24	Quote di architettura dello pneumatico dimensione E4	40
3.25	Informazioni dimensione F1	41
3.26	Quote di architettura dello pneumatico dimensione F1	41
3.27	Informazioni dimensione F2	42
3.28	Quote di architettura dello pneumatico dimensione F2	42
3.29	Informazioni dimensione G1	43
3.30	Quote di architettura dello pneumatico dimensione G1	43

3.31	Informazioni dimensione G2	43
3.32	Informazioni dimensione G3	44
3.33	Quote di architettura dello pneumatico dimensione G3	44
3.34	Informazioni dimensione H1	45
3.35	Quote di architettura dello pneumatico dimensione H1	45
3.36	Informazioni dimensione H2	46
3.37	Informazioni dimensione I1	46
3.38	Quote di architettura dello pneumatico dimensione I1	46
3.39	Informazioni dimensione I2	47
3.40	Quote di architettura dello pneumatico dimensione I2	47
3.41	Informazioni dimensione I3	48
3.42	Quote di architettura dello pneumatico dimensione I3	48
3.43	Informazioni dimensione J1	49
3.44	Informazioni dimensione J2	50
3.45	Quote di architettura dello pneumatico dimensione J2	50
3.46	Informazioni dimensione J3	51
3.47	Quote di architettura dello pneumatico dimensione J3	51
3.48	Informazioni dimensione J4	51
3.49	Informazioni dimensione K1	52
3.50	Quote di architettura dello pneumatico dimensione K1	52
3.51	Informazioni dimensione K2	53
3.52	Quote di architettura dello pneumatico dimensione K2	53
3.53	Informazioni dimensione L1	54
3.54	Informazioni dimensione L2	55
3.55	Informazioni dimensione L3	55
3.56	Quote di architettura dello pneumatico dimensione L3	56
3.57	Informazioni dimensione L4	56
3.58	Quote di architettura dello pneumatico dimensione L4	56
3.59	Informazioni dimensione L5	57
3.60	Informazioni dimensione M1	58
3.61	Quote di architettura dello pneumatico dimensione M1	58
3.62	Informazioni dimensione M2	59
3.63	Informazioni dimensione N1	59
3.64	Quote di architettura dello pneumatico dimensione N1	59
3.65	Informazioni dimensione N2	60
3.66	Quote di architettura dello pneumatico dimensione N2	60
3.67	Informazioni dimensione N3	61
3.68	Quote di architettura dello pneumatico dimensione N3	61
3.69	Informazioni dimensione N4	62
3.70	Informazioni dimensione N5	62
3.71	Informazioni dimensione N6	63

3.72	Informazioni dimensione N7	63
3.73	Quote di architettura dello pneumatico dimensione N7	63
3.74	Informazioni dimensione O1	64
3.75	Informazioni dimensione O2	65
3.76	Informazioni dimensione P1	65
3.77	Quote di architettura dello pneumatico dimensione P1	66
3.78	Informazioni dimensione P2	66
3.79	Quote di architettura dello pneumatico dimensione P2	66
3.80	Informazioni dimensione Q1	67
3.81	Informazioni dimensione Q2	68
3.82	Informazioni dimensione S1	68
3.83	Quote di architettura dello pneumatico dimensione S1	69
3.84	Informazioni dimensione S2	69
3.85	Quote di architettura dello pneumatico dimensione S2	69
3.86	Informazioni dimensione T1	70
3.87	Quote di architettura dello pneumatico dimensione T1	70
3.88	Informazioni dimensione T2	71
3.89	Quote di architettura dello pneumatico dimensione T2	71
3.90	Informazioni dimensione T3	72
3.91	Informazioni dimensione U1	72
3.92	Quote di architettura dello pneumatico dimensione U1	72
3.93	Informazioni dimensione U2	73
3.94	Quote di architettura dello pneumatico dimensione U2	73
3.95	Informazioni dimensione V1	74
3.96	Quote di architettura dello pneumatico dimensione V1	74
3.97	Informazioni dimensione V2	75
3.98	Quote di architettura dello pneumatico dimensione V2	75
3.99	Informazioni dimensione V3	75
3.100	Quote di architettura dello pneumatico dimensione V3	76
3.101	Informazioni dimensione V4	76
3.102	Informazioni dimensione V5	77
3.103	Quote di architettura dello pneumatico dimensione V5	77
3.104	Informazioni dimensione W1	78
3.105	Quote di architettura dello pneumatico dimensione W1	78
3.106	Informazioni dimensione W2	78
3.107	Quote di architettura dello pneumatico dimensione W2	79
3.108	Informazioni dimensione X1	79
3.109	Quote di architettura dello pneumatico dimensione X1	79
3.110	Informazioni dimensione X2	80
3.111	Quote di architettura dello pneumatico dimensione X2	80
3.112	Informazioni dimensione AA1	81

3.113Quote di architettura dello pneumatico dimensione AA1	82
3.114Informazioni dimensione AA2	82
3.115Quote di architettura dello pneumatico dimensione AA2	83
3.116Informazioni dimensione BB1	83
3.117Informazioni dimensione BB2	84
3.118Quote di architettura dello pneumatico dimensione BB2	84
3.119Informazioni dimensione BB3	85
3.120Quote di architettura dello pneumatico dimensione BB3	85
3.121Informazioni dimensione BB4	85
3.122Quote di architettura dello pneumatico dimensione BB4	86
3.123Informazioni dimensione BB5	86
3.124Quote di architettura dello pneumatico dimensione BB5	86
3.125Informazioni dimensione DD1	87
3.126Quote di architettura dello pneumatico dimensione DD1	87
3.127Informazioni dimensione DD2	88
3.128Quote di architettura dello pneumatico dimensione DD2	88
3.129Informazioni dimensione DD3	89
3.130Quote di architettura dello pneumatico dimensione DD3	89
3.131Informazioni dimensione DD4	90
3.132Quote di architettura dello pneumatico dimensione DD4	90
3.133Informazioni dimensione DD5	90
3.134Quote di architettura dello pneumatico dimensione DD5	91
3.135Informazioni dimensione EE1	91
3.136Quote di architettura dello pneumatico dimensione EE1	91
3.137Informazioni dimensione EE2	92
3.138Informazioni dimensione EE3	93
3.139Informazioni dimensione EE4	93
3.140Quote di architettura dello pneumatico dimensione EE4	93
3.141Informazioni dimensione FF1	94
3.142Quote di architettura dello pneumatico dimensione FF1	94
3.143Informazioni dimensione FF2	95
3.144Quote di architettura dello pneumatico dimensione FF2	95
3.145Informazioni dimensione FF3	96
3.146Quote di architettura dello pneumatico dimensione FF3	96
3.147Informazioni dimensione GG1	96
3.148Quote di architettura dello pneumatico dimensione GG1	97
3.149Informazioni dimensione GG2	97
3.150Quote di architettura dello pneumatico dimensione GG2	97
3.151Informazioni dimensione HH1	98
3.152Quote di architettura dello pneumatico dimensione HH1	98
3.153Informazioni dimensione HH2	99

3.154	Quote di architettura dello pneumatico dimensione HH2	99
3.155	Informazioni dimensione HH3	100
3.156	Quote di architettura dello pneumatico dimensione HH3	100
3.157	Informazioni dimensione II1	101
3.158	Quote di architettura dello pneumatico dimensione II1	101
3.159	Informazioni dimensione II2	101
3.160	Quote di architettura dello pneumatico dimensione II2	102
3.161	Informazioni dimensione II3	102
3.162	Quote di architettura dello pneumatico dimensione II3	102
3.163	Informazioni dimensione II4	103
3.164	Informazioni dimensione II5	104
3.165	Quote di architettura dello pneumatico dimensione II5	104
3.166	Informazioni dimensione JJ1	104
3.167	Quote di architettura dello pneumatico dimensione JJ1	105
3.168	Informazioni dimensione JJ2	105
3.169	Informazioni dimensione KK1	106
3.170	Quote di architettura dello pneumatico dimensione KK1	106
3.171	Informazioni dimensione KK2	106
3.172	Quote di architettura dello pneumatico dimensione KK2	107
3.173	Informazioni dimensione MM1	107
3.174	Quote di architettura dello pneumatico dimensione MM1	108
3.175	Informazioni dimensione MM2	108
3.176	Informazioni dimensione NN1	109
3.177	Quote di architettura dello pneumatico dimensione NN1	109
3.178	Informazioni dimensione NN2	110
3.179	Quote di architettura dello pneumatico dimensione NN2	110
4.1	Elenco proposte realizzate	113
4.2	Dati controllo qualità ottobre-febbraio	115
5.1	Risparmio annuale in gomma per singolo profilo	121

Elenco delle figure

1.1	Hevea brasiliensis	2
1.2	L'Éclair	5
1.3	Materiali che compongono uno pneumatico	6
1.4	Struttura chimica del Lattice e della Gomma vulcanizzata	7
1.5	Nomenclatura di uno pneumatico	9
1.6	Sezione di uno pneumatico	10
1.7	Struttura di uno pneumatico	12
1.8	Parti principali dello pneumatico	13
1.9	Comportamento del tallone	13
1.10	Struttura tallone con cerchietto	14
1.11	Struttura interna di uno pneumatico incrociato	15
1.12	Struttura interna di uno pneumatico radiale	15
1.13	Siti di produzione Michelin nel mondo	16
1.14	Report di 'Consumer Reports' sul marchio Michelin	17
1.15	Prima fase di assemblaggio di uno pneumatico	18
1.16	Seconda fase di assemblaggio di uno pneumatico	19
1.17	Cottura dello pneumatico	19
2.1	Prima fase di assemblaggio di uno pneumatico	21
2.2	Seconda fase di assemblaggio di uno pneumatico	22
2.3	Cottura dello pneumatico	22
2.4	Quota HFE rispetto al punto J	24
2.5	Quota HFE rispetto al segmento JJ'	24
2.6	Quota EFE rispetto al punto J	25
2.7	Quota EFE rispetto al punto Z	25
2.8	Quota relativa al BFE	26
3.1	Profilo dimensione A1	31
3.2	Profilo dimensione A2	32
3.3	Profilo dimensione B1	32
3.4	Profilo dimensione B2	33

3.5	Profilo dimensione C1	34
3.6	Profilo dimensione C2	35
3.7	Profilo dimensione D1	35
3.8	Profilo dimensione D2	36
3.9	Profilo dimensione D3	37
3.10	Profilo dimensione E1	38
3.11	Profilo dimensione E2	39
3.12	Profilo dimensione E3	40
3.13	Profilo dimensione E4	41
3.14	Profilo dimensione F1	41
3.15	Profilo dimensione F2	42
3.16	Profilo dimensione G1	43
3.17	Profilo dimensione G2	44
3.18	Profilo dimensione G3	44
3.19	Profilo dimensione H1	45
3.20	Profilo dimensione H2	46
3.21	Profilo dimensione I1	47
3.22	Profilo dimensione I2	48
3.23	Profilo dimensione I3	49
3.24	Profilo dimensione J1	49
3.25	Profilo dimensione J2	50
3.26	Profilo dimensione J3	51
3.27	Profilo dimensione J4	52
3.28	Profilo dimensione K1	53
3.29	Profilo dimensione K2	54
3.30	Profilo dimensione L1	54
3.31	Profilo dimensione L2	55
3.32	Profilo dimensione L3	56
3.33	Profilo dimensione L4	57
3.34	Profilo dimensione L5	57
3.35	Profilo dimensione M1	58
3.36	Profilo dimensione M2	59
3.37	Profilo dimensione N1	60
3.38	Profilo dimensione N2	60
3.39	Profilo dimensione N3	61
3.40	Profilo dimensione N4	62
3.41	Profilo dimensione N5	62
3.42	Profilo dimensione N6	63
3.43	Profilo dimensione N7	64
3.44	Profilo dimensione O1	64
3.45	Profilo dimensione O2	65

3.46	Profilo dimensione P1	66
3.47	Profilo dimensione P2	67
3.48	Profilo dimensione Q1	67
3.49	Profilo dimensione Q2	68
3.50	Profilo dimensione S1	69
3.51	Profilo dimensione S2	70
3.52	Profilo dimensione T1	71
3.53	Profilo dimensione T2	71
3.54	Profilo dimensione T3	72
3.55	Profilo dimensione U1	73
3.56	Profilo dimensione U2	73
3.57	Profilo dimensione V1	74
3.58	Profilo dimensione V2	75
3.59	Profilo dimensione V3	76
3.60	Profilo dimensione V4	76
3.61	Profilo dimensione V5	77
3.62	Profilo dimensione W1	78
3.63	Profilo dimensione W2	79
3.64	Profilo dimensione X1	80
3.65	Profilo dimensione X2	80
3.66	Profilo dimensione AA1	82
3.67	Profilo dimensione AA2	83
3.68	Profilo dimensione BB1	84
3.69	Profilo dimensione BB2	84
3.70	Profilo dimensione BB3	85
3.71	Profilo dimensione BB4	86
3.72	Profilo dimensione BB5	87
3.73	Profilo dimensione DD2	88
3.74	Profilo dimensione DD2	88
3.75	Profilo dimensione DD3	89
3.76	Profilo dimensione DD4	90
3.77	Profilo dimensione DD5	91
3.78	Profilo dimensione EE1	92
3.79	Profilo dimensione EE2	92
3.80	Profilo dimensione EE3	93
3.81	Profilo dimensione EE4	94
3.82	Profilo dimensione FF1	94
3.83	Profilo dimensione FF2	95
3.84	Profilo dimensione FF3	96
3.85	Profilo dimensione GG1	97
3.86	Profilo dimensione GG2	98

3.87	Profilo dimensione HH1	99
3.88	Profilo dimensione HH2	99
3.89	Profilo dimensione HH3	100
3.90	Profilo dimensione II1	101
3.91	Profilo dimensione II2	102
3.92	Profilo dimensione II3	103
3.93	Profilo dimensione II4	103
3.94	Profilo dimensione II5	104
3.95	Profilo dimensione JJ1	105
3.96	Profilo dimensione JJ2	105
3.97	Profilo dimensione KK1	106
3.98	Profilo dimensione KK2	107
3.99	Profilo dimensione MM1	108
3.100	Profilo dimensione MM2	108
3.101	Profilo dimensione NN1	109
3.102	Profilo dimensione NN2	110
5.1	Risparmio annuale totale	122
6.1	Linee guida ottimizzazione geometrie fianco esterno	125
6.2	Standard geometrie fianco esterno	126

Capitolo 1

Lo Pneumatico

1.1 Storia

La storia dello pneumatico [1] inizia il 10 giugno del 1846, quando lo scozzese Robert William Thomson depositò a Londra il brevetto di un supporto di gomma riempito di aria. La sua idea, da lui definita “*Applicazione di supporti elastici intorno alle ruote di veicoli, allo scopo di diminuire lo sforzo necessario a trainarli, rendere il loro movimento più facile e attutire il rumore che fanno quando si muovono*” era talmente rivoluzionaria che non fu minimamente considerata perché l’auto doveva nascere e insieme ad essa anche la bicicletta.

Tuttavia, già a partire dal 1800 si diffuse la produzione di manufatti in gomma naturale, derivante dalla lavorazione del lattice ottenuto incidendo la corteccia di un albero tipico dell’Amazzonica: l’*Hevea Brasiliensis*, anche noto come albero della gomma. La raccolta della gomma dall’albero è ancora fatta con il metodo tradizionale del ‘Rubber Tapping’ o spillatura. In particolare, sottili strati di corteccia sono rimossi dell’albero seguendo un percorso a spirale attorno al tronco, che in risposta alla ferita inizia a esudare un liquido biancastro e colloso, il lattice (Figura 1.1).



Figura 1.1: *Hevea brasiliensis*

Una volta eseguita la raccolta, i secchi con il lattice [2] vengono trasportati in vasche di raccolta. In seguito alla reazione derivante dall'esposizione con reagenti acidi, il liquido bianco coagula. Raccolto in una ciotola, il lattice prende due strade: può essere lasciato a coagulare in loco (cup-lump), o essere trasportato ancora allo stato liquido, per essere lavorato successivamente (field latex). In particolare, possiamo distinguere:

- La gomma TSR (Technically Specified Rubber), che viene classificata secondo la sua fonte (field latex o cup-lump) e precisi parametri tecnici;
- La gomma RSS (Ribbed Smoked Sheet Rubbers), dove il lattice, prima di raggiungere una completa coagulazione, viene lavorato per ridurre il contenuto d'acqua e formare dei fogli. Dopo l'asciugatura per affumicazione, i fogli vengono analizzati visivamente per stabilire la percentuale di impurità e classificati su una scala da uno a cinque, in ordine crescente di impurità.

Una volta coagulata, la gomma naturale viene pressata in fogli e trasportata in apposite fabbriche dove viene eseguito il processo di compattazione in balle e la produzione di manufatti di diverso tipo.

Si è osservato che questi oggetti conservavano le loro caratteristiche elastiche esclusivamente a temperatura ambiente, mentre con il freddo tendevano ad irrigidirsi perdendo ogni forma di elasticità e con il caldo tendevano a sciogliersi nuovamente in lattice.

A rimediare a questa problematica fu Charles Goodyear [3], un tecnico statunitense che nel 1839, aggiungendo lo zolfo alla mescola della gomma, riuscì ad ottenere un prodotto resistente alle variazioni di temperatura, in grado perciò di conservare nel tempo le sue doti di elasticità. Goodyear brevettò la sua scoperta e

la utilizzò per rivestire i cerchi delle carrozze. Tuttavia, la sua invenzione venne copiata da tutti senza che egli riuscisse a far valere i propri diritti.

Neanche Thomson fu più fortunato, anche se nel suo brevetto era già presente una bozza che descriveva la completa ideazione dello pneumatico, ovvero:

- Una camera d'aria fatta con fogli di gomma o in tela impregnata di gomma o di guttaperca;
- Un rivestimento in cuoio capace di reggere il peso e le torsioni della ruota;
- La vulcanizzazione della gomma mediante immersione nello zolfo;
- La valvola per mezzo della quale poter gonfiare d'aria lo pneumatico.

Al Regents Park di Londra venne organizzata una dimostrazione pratica con una carrozza a cavalli. All'interno della rivista "the Mechanic's Magazine" furono divulgati i risultati di questa prova e le analisi fatte successivamente furono considerevoli. Si annotò una diminuzione del 40% della forza utile a trainare la carrozza e conseguente aumento della velocità della carrozza stessa; inoltre, la silenziosità, il miglior comfort e la facilità di manovrabilità provocarono uno stupore generale di tutti i presenti. L'esperimento però non ebbe seguito; infatti, nessuno si presentò per sviluppare a livello industriale l'idea o quantomeno ad iniziare una produzione basata su questi principi rivoluzionari e tutto finì nell'oblio.

Chi inventò lo pneumatico nella sua concezione moderna, nel 1888, fu lo scozzese John Boyd Dunlop: mentre cercava una soluzione per rendere più leggero e veloce il triciclo del figlio, pensò di riempire d'aria le gomme per alleggerire il peso del veicolo. L'esperimento funzionò e Dunlop depositò il brevetto, inventando lo pneumatico per la seconda volta. La sua prima applicazione alle biciclette fu un successo enorme: appena un anno dopo il ciclista William Hume, decise di utilizzare questo prototipo e vinse tutte le gare a cui partecipò. Si iniziarono a vendere sempre più biciclette equipaggiate con le nuove ruote e nel 1889 a Dublino nacque la "Pneumatic Tyre and Booth's Cycle Agency Limited".

Ma nel 1890 ci fu un'incredibile scoperta: un funzionario dell'Ufficio brevetti di Londra ritrovò il brevetto di Thomson e la notizia diventò presto di dominio pubblico. L'opinione pubblica fu unanime nel riconoscere l'assoluta correttezza di Dunlop che, ignaro del lavoro del suo predecessore scozzese, era arrivato alla stessa geniale invenzione, ma la sua priorità venne invalidata.

Rimanevano comunque numerosi problemi da risolvere due dei principali erano:

- Fissaggio dello pneumatico al cerchione
- Frequenti forature

Charles Kingston Welch, ingegnere del Middlesex, ebbe la soluzione al primo problema; ideò il “tallone”, un cerchione con un alveo posto al centro, in cui alloggiava la camera d’aria, con rialzi ai lati capaci di avviluppare le parti del copertone che vi si collocavano. Questa soluzione però presentava un ispessimento sui lati che da una parte e dall’altra andavano ad infilarsi nell’alveo del cerchione. Questo andava bene finché lo pneumatico rimaneva in pressione ma bastava un piccolo incremento di velocità del veicolo per provocare drastiche fuoriuscite del copertone dalla sua sede.

William Erskine Bartlett, concepì uno pneumatico in cui, alle due estremità dell’intera circonferenza, vi erano posti due cavi d’acciaio ad anello, i cerchietti. Quest’ultimi incastrandosi nella parte incava del cerchione, non potevano più spostarsi e con loro tutto lo pneumatico rimaneva bloccato, poiché avevano un diametro inferiore rispetto a quello utile per uscire dalla sede. La Pneumatic Tyre Company acquisì i due brevetti poiché capì che in queste due soluzioni progettuali risiedeva la possibilità di riprovare la scalata al mercato. In questo periodo, numerose furono le ricerche al fine di migliorare le tecniche di perfezionamento degli pneumatici; alcuni si dedicarono alla risoluzione del problema legato alle forature, altri inventori si impegnarono a superare il problema legato al surriscaldamento. Anche il perfezionamento del battistrada fu un campo di ricerca di nuove invenzioni in quanto era spesso in cuoio e vi si potevano collocare chiodi e provocare forature, oltre a poterne incrementare l’aderenza. Alcuni pneumatici americani dal 1912 vennero prodotti con una colorazione nera per l’aggiunta di nerofumo che mescolato alla gomma ne aumenta la resistenza all’usura. Questa novità tardò ad arrivare in Europa e si coniugò al declino del cuoio a favore di un battistrada scolpito in gomma. Per le ruote pneumatiche, alla fine del XIX secolo, si spalancò un possibile nuovo mercato perché non circolavano più soltanto biciclette ma anche automobili. In questo contesto storico, i fratelli Eduard e André Michelin fondano l’azienda «Michelin & Cie» a Clermont-Ferrand, nel centro della Francia.

- Nel 1891, Michelin [4] brevetta uno pneumatico smontabile per bicicletta. Prima di allora, gli pneumatici venivano incollati sulla ruota ed erano necessarie più di tre ore per poter riparare uno pneumatico forato;
- Nel 1895, Michelin fa circolare la prima automobile su pneumatici, l’Éclair (Figura 1.2); circa due anni dopo, viene messa in commercio la prima automobile dotata di pneumatici.

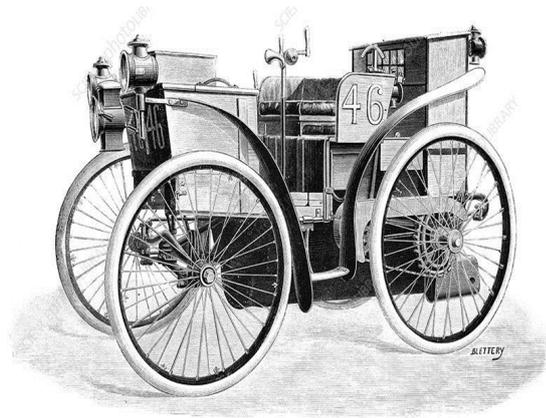


Figura 1.2: L'Éclair

- Nel 1936, Michelin brevetta il Métalic, il primo pneumatico con carcassa d'acciaio, che ha una migliore resistenza al riscaldamento e ai carichi pesanti. Nel 1946, Michelin introduce lo pneumatico a carcassa radiale, che migliora:
 - la durata
 - il comfort
 - la tenuta di strada delle autovetture

Nei decenni successivi, Michelin adatta la tecnologia radiale ai vari tipi di pneumatici: trasporto pesante, genio civile, aereo e moto.

1.2 Composizione

Uno pneumatico è composto da molteplici materiali [5], come evidenziato in Figura 1.3.

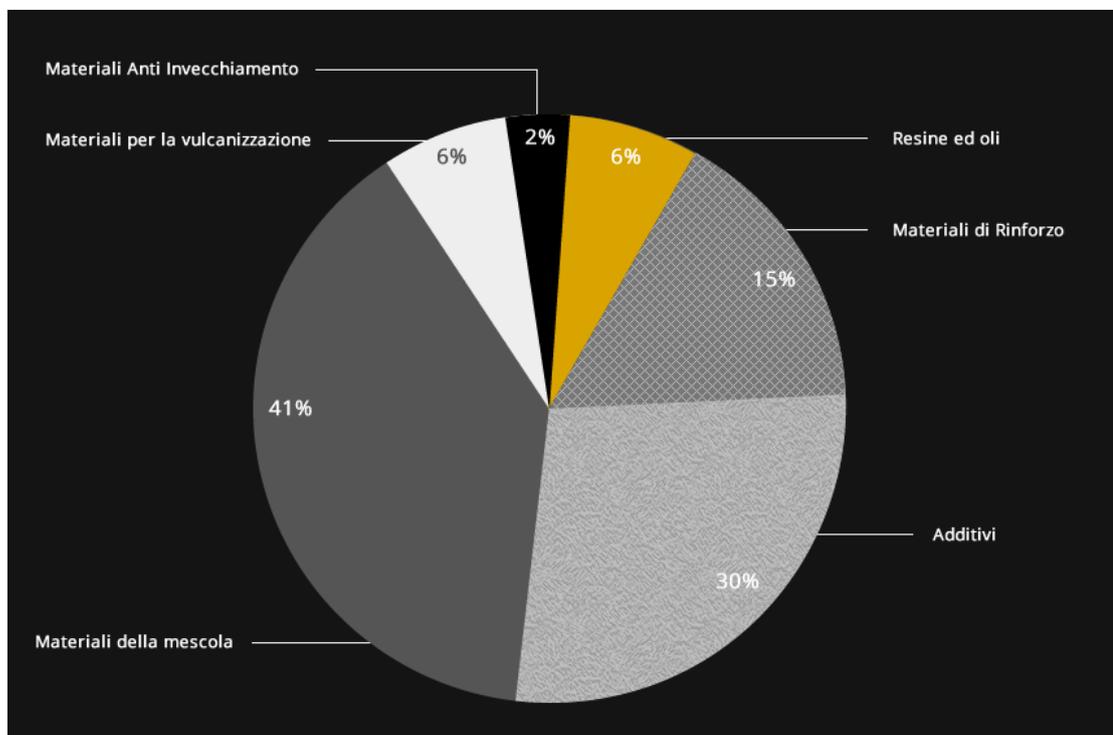


Figura 1.3: Materiali che compongono uno pneumatico

a) Materiali della mescola

- Gomma naturale:
 - prodotto caratterizzato da una certa disomogeneità di comportamenti a seconda delle zone di produzione;
 - buone performance meccaniche;
 - caratterizzata da una forte isteresi e un'importante componente elastica;
 - ottime proprietà di collaggio al metallo;
- Gomma sintetica: fabbricata partendo da un sottoprodotto dell'industria petrolchimica, il butadiene. Gomme sintetiche utilizzate sono PBR, SBR e butyl. Per applicazioni di nicchia, il poliisoprene sintetico.

b) Additivi

Gli additivi sono necessari per aumentare le proprietà meccaniche della gomma (modulo elastico, carico di rottura, ecc.). Tra gli additivi chimici si distinguono:

- Plastificanti: olii e resine che favoriscono l'omogeneizzazione delle mescole e facilitano la loro estrusione;
- Agenti di protezione;
- Attivatori di vulcanizzazione;
- Agenti vulcanizzanti;
- Prodotti di adesione.

Le cariche rinforzanti utilizzate sono di due tipi:

- Nerofumo: svolge un'azione di rinforzo in quanto influisce su diversi fattori:
 - conduzione del calore del battistrada su tutta l'area della cintura dello pneumatico, diminuendo il danno termico ed aumentandone la durata;
 - migliora le proprietà di usura alla trazione, frizione e abrasione.
- Silice: per svolgere l'azione di rinforzo deve essere legata all'elastomero con un agente specifico (silano), utile nel processo di vulcanizzazione in quanto si legheranno le catene silice-silano-elastomero e si ottiene una matrice molto rigida (bassa resistenza al rotolamento) a basse frequenze di sollecitazione ma capace di disperdere molta energia (alta aderenza) a frequenze più alte.

c) Materiale per la vulcanizzazione

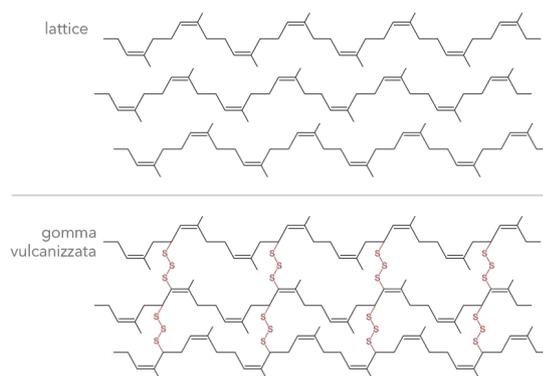


Figura 1.4: Struttura chimica del Lattice e della Gomma vulcanizzata

È un processo chimico volto a conferire alla gomma naturale caratteristiche elastiche, come osservabile in Figura 1.4.

Nell'industria dello pneumatico si usano due tipi di zolfo:

- Zolfo solubile, caratterizzato dalla classica struttura a sella a 8 atomi;
- Zolfo insolubile, che presenta una struttura polimerica con centinaia di atomi. L'ingombro sterico della molecola ne frena la diffusibilità e quindi migliora le capacità di adesione dei manufatti. Tuttavia, è circa 10 volte più caro dello zolfo solubile;

La vulcanizzazione è una reazione molto lenta e per avvenire con una cinetica industrialmente efficiente è necessario utilizzare degli attivatori e degli acceleranti.

d) Materiali anti-invecchiamento

Proteggono la gomma dal sole, dall'ozono, dal calore e dall'ossigeno e si possono dividere in due categorie:

- Cere, che hanno funzione di protezione superficiale;
- Antiossidanti, generalmente ammine aromatiche che hanno funzione massiva.

e) Materiali di rinforzo

Una percentuale che si aggira intorno al 15-30% all'interno della mescola può essere dovuta a questi materiali. Il loro apporto alle peculiarità del prodotto finito è assolutamente fondamentale. I rinforzi possono essere distinti in:

- cavetti di acciaio del tallone che assicurano la tenuta sul cerchio;
- cavi di acciaio della cintura che garantiscono la guidabilità portano il carico;
- cavi tessili (pneumatico per auto) o metallici (pneumatico per autocarro) che servono per contrastare la pressione, portare il carico e veicolare gli scambi di forze tra veicolo e terreno
- tele tessili (in Nylon) che, ad elevate velocità, ne ottimizzano le prestazioni e contrastano la centrifugazione ad alta velocità.

1.3 Struttura

Il modello dello pneumatico ammesso è regolamentato dal Codice della strada. Inoltre, gli pneumatici sono soggetti alle norme europee ECE-R 30. Queste valgono specialmente per le indicazioni presenti sul fianco dello pneumatico [6] [7], in quanto forniscono le principali informazioni, come indicato in Figura 1.5.



Figura 1.5: Nomenclatura di uno pneumatico

1. Larghezza dello pneumatico in millimetri

Per pneumatici da autovettura, la sezione varia da 125 mm (es. 125/80 R 12) fino a 335 mm (es. 335/30 R 19). La larghezza reale tiene conto delle tolleranze di fabbricazione, che variano da produttore a produttore e che variano di pochi millimetri; dipende inoltre dalla larghezza del cerchio su cui vengono montati.

2. Rapporto percentuale altezza/larghezza dello pneumatico

Si riferisce al rapporto percentuale tra altezza e larghezza della sezione trasversale (Figura 1.6) della gomma, ad esempio serie 50 indica che l'altezza della gomma è dimezzata rispetto alla sezione. Andando a diminuire questo rapporto, il fianco della gomma diventerà sempre più basso come avviene nel caso delle vetture sportive.



Figura 1.6: Sezione di uno pneumatico

3. Metodo di produzione

"R" corrisponde a "radiale": fa riferimento al metodo di costruzione oggi più diffuso (con fili d'acciaio disposti radialmente). Fino agli anni '60, erano utilizzati pneumatici con fili d'acciaio disposti diagonalmente (Bias Belted). Montati ancora oggi solo su modelli speciali (per esempio autovetture d'epoca), sono marcati con "D" o "-".

4. Diametro del cerchione

Il diametro del cerchione è misurato diagonalmente, da bordo a bordo. La misura è indicata generalmente in pollici (inch).

5. Indice di carico (Load Index LI)

L'indice di carico indica la portata massima dello pneumatico a una precisa pressione di gonfiaggio. Ad esempio "85" = 515 chilogrammi. Gli pneumatici adattati sui cerchioni devono corrispondere come minimo al valore indicato sul libretto del veicolo.

6. Indice di velocità (GSY)

Questa lettera indica la velocità massima ammissibile.

7. Il produttore (marca)

8. Data di fabbricazione

9. Tubeless (senza camera d'aria)

Gli pneumatici per autovetture sono, generalmente, senza camera d'aria. Introdurre una camera d'aria non è solo inutile, ma, a parte alcune eccezioni, anche vietato. In caso di dubbi rivolgersi al produttore. Soltanto in caso di foratura si può inserire all'interno dello pneumatico, in via del tutto eccezionale, una camera d'aria.

10. Il fiocco di neve è il simbolo per la compatibilità invernale

11. M+S (pneumatici invernali / per ogni stagione)

Gli pneumatici invernali sono contrassegnati con "M+S" o con altre abbreviazioni simili. Questo significa che sono pneumatici che soddisfano le condizioni di utilizzo invernali.

12. Simbolo "E"

Il simbolo "E" o "e" indica l'osservanza della normativa europea di qualità (ECE-R 30).

13. Run Flat

Indicazione che si tratta di uno pneumatico Run Flat, progettato per resistere agli effetti dello sgonfiaggio in caso di foratura, consentendo al veicolo di continuare a essere guidato a velocità ridotta per distanze limitate.

14. Indicatore d'usura (Tread Wear Indicator, "TWI")

Si tratta di sei risalti presenti negli incavi longitudinali del battistrada delle vetture, che sporgono dal fondo di 1,6 mm. Sono equamente spaziate tra loro e quando emergono in superficie, anche in un solo punto, segnalano la necessità di sostituire la gomma per aver raggiunto il limite di usura ammesso per legge.

Dal punto di vista costitutivo, lo pneumatico è una struttura flessibile di forma toroidale riempita con aria compressa, come visualizzabile in Figura 1.7.



Figura 1.7: Struttura di uno pneumatico

Sezionando uno pneumatico [8] è possibile individuare le cinque parti principali (Figura 1.8) che lo costituiscono:

- tallone;
- carcassa;
- fianco
- cintura;
- battistrada.

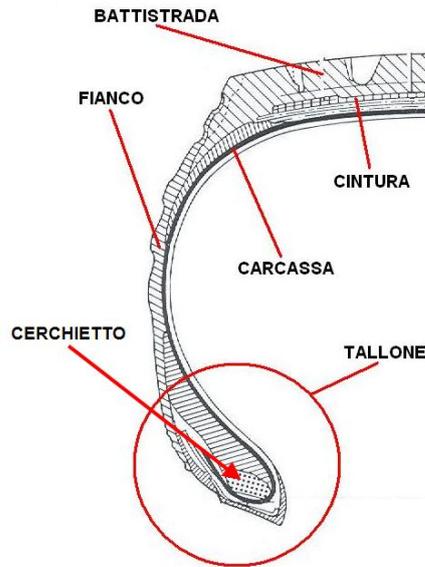


Figura 1.8: Parti principali dello pneumatico

Il tallone garantisce il calettamento sul cerchione e la tenuta della pressione dell'aria. Esso viene schiacciato sul bordo del cerchione dalla pressione interna allo pneumatico (Figura 1.9) e, grazie all'attrito, sviluppa le forze necessarie a non far slittare la gomma sul cerchione resistendo alle sollecitazioni provenienti dal suolo (trazione, frenatura, forze laterali in curva).

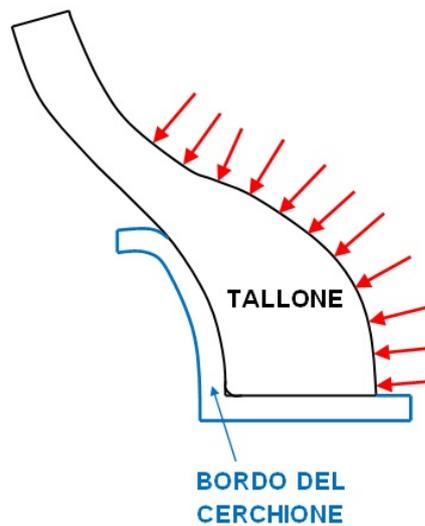


Figura 1.9: Comportamento del tallone

Al suo interno ingloba una struttura metallica chiamata cerchietto attorno al quale si avvolge la carcassa (Figura 1.10).

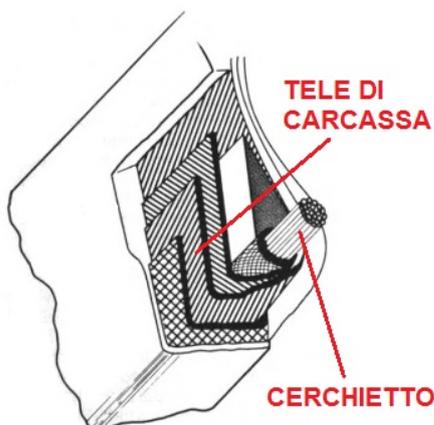


Figura 1.10: Struttura tallone con cerchietto

Il cerchietto è composto da una serie di cavi in acciaio trafilato. L'adozione di tanti cavi a piccola sezione al posto di un'unica struttura metallica a grande sezione conferisce maggiore flessibilità al cerchietto. Tale caratteristica permette al tallone di aderire meglio al cerchione e garantisce una maggior facilità di smontaggio dello pneumatico. Il processo di trafilatura, invece, assicura una maggiore resistenza alla trazione.

La carcassa si avvolge sul cerchietto ed è costituita da un certo numero di strati di fili in rayon, nylon o acciaio annegati in una mescola in gomma. A protezione esterna della carcassa c'è il fianco, realizzato in gomma, il quale deve possedere un'ottima resistenza alla fatica: infatti, lo schiacciamento dello pneumatico sottopone il fianco a continui cicli di flessione. Negli pneumatici privi di camera d'aria (tubeless), la parte interna della carcassa è coperta da uno strato impermeabile detto inner-liner di gomma butyl. Il battistrada è invece la parte dello pneumatico in cui vengono scambiate tutte le forze con il suolo ed è quindi quella zona la cui mescola e geometria contribuiscono in maniera sostanziale al contenuto prestazionale dello pneumatico.

Sotto al battistrada troviamo la cintura, una fascia costituita da vari strati di fili di acciaio che avvolge la carcassa. Questo componente è prerogativa quasi esclusiva degli pneumatici cosiddetti radiali ed è stato introdotto soprattutto a partire dal 1918, con l'avvento di tale tipologia di pneumatici.

Secondo una prima basilare classificazione degli pneumatici è possibile distinguere tra pneumatici incrociati (diagonal o cross ply) e radiali (radial ply). I primi non hanno la cintura e sono composti da vari strati sovrapposti di tele di carcassa con fili disposti diagonalmente rispetto al piano equatoriale dello pneumatico.

L'angolo di inclinazione dei fili rispetto a tale piano varia solitamente tra 20° e 40° (Figura 1.11).

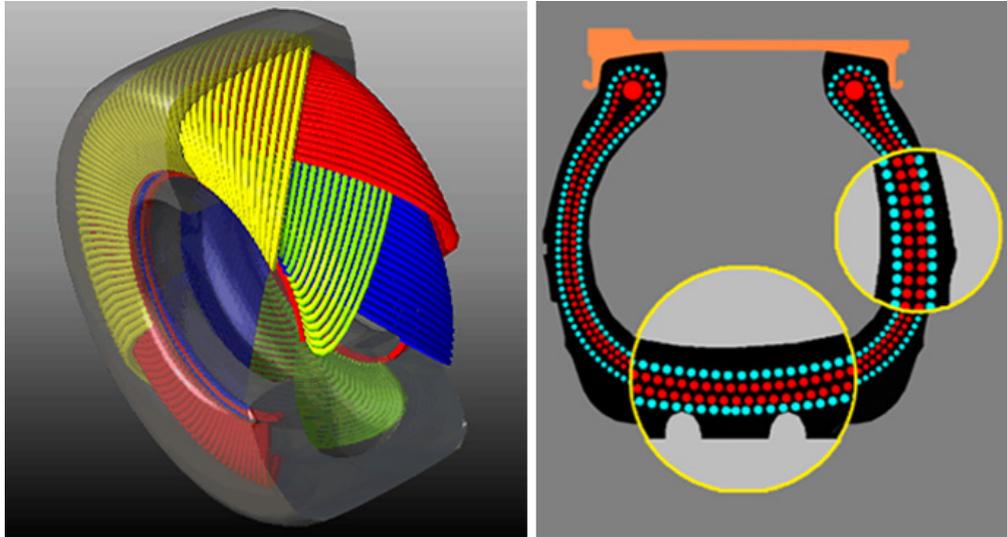


Figura 1.11: Struttura interna di uno pneumatico incrociato

Gli pneumatici radiali presentano invece la cintura e sono caratterizzati da una carcassa più sottile, in quanto costituita usualmente da un unico strato di fili metallici disposti perpendicolarmente rispetto al piano equatoriale dello pneumatico (Figura 1.12).

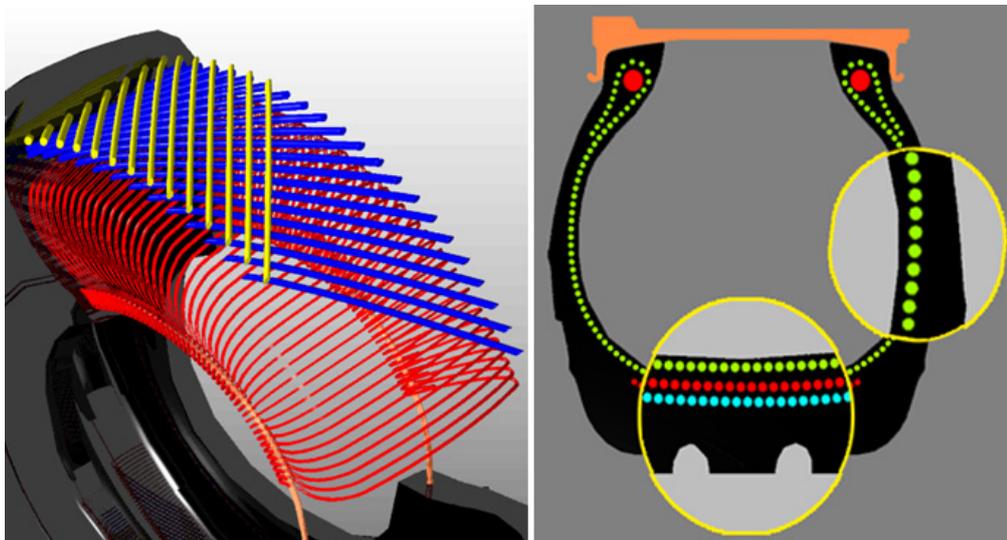


Figura 1.12: Struttura interna di uno pneumatico radiale

A metà strada tra le due tipologie di pneumatici troviamo i cinturati (belted cross ply), i quali non sono altro che pneumatici incrociati dotati di cintura.

1.4 Il mondo Michelin

Michelin è una multinazionale [4] il cui core-business è la produzione e la vendita di pneumatici, con sede centrale in Francia (Clermont-Ferrand). Fondata nel 1889, è uno dei marchi leader nel suo settore ed è anche nota a livello internazionale per altri servizi, come ad esempio le guide Michelin, divenute uno standard di riferimento per la ristorazione di alta qualità e per l'industria alberghiera, attraverso i riconoscimenti da queste assegnati.

Michelin possiede 69 siti di produzione distribuiti in 17 Paesi (Figura 1.13), 7 centri di ricerca e di sviluppo collocati in Europa, Asia e Sud America e 121.300 impiegati a tempo pieno in tutto il mondo.



Figura 1.13: Siti di produzione Michelin nel mondo

Il marchio Michelin è stato giudicato da «Consumer Reports» (Figura 1.14) come il miglior produttore di pneumatici dal punto di vista della qualità.

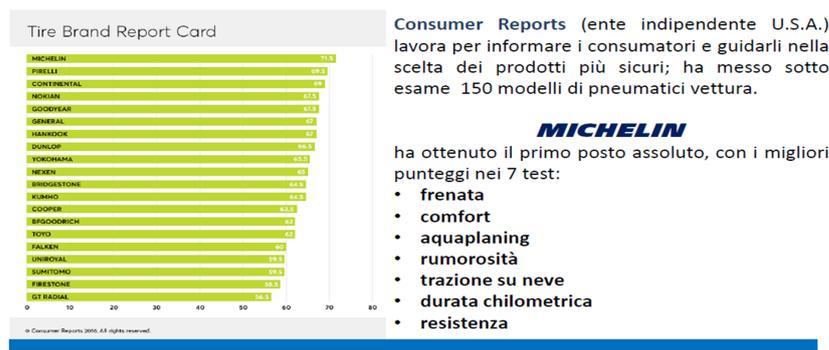


Figura 1.14: Report di 'Consumer Reports' sul marchio Michelin

Il gruppo Michelin in Italia (S.A.M.I.-Società per Azioni Michelin Italiana) presenta il seguente modello organizzativo [9]: una sede legale (Torino), una direzione commerciale (Milano) e tre stabilimenti di produzione.

In particolare, gli stabilimenti produttivi sono così distribuiti:

- *Stabilimento Torino Stura* per la produzione di prodotti semifiniti (principalmente processi di calandraggio di tessuti tessili e metallici utilizzati poi come rinforzo negli pneumatici);
- *Stabilimento Alessandria* specializzato nella produzione di pneumatici per autocarro e genio civile;
- *Stabilimento di Cuneo*, per la produzione di semifiniti e pneumatici per autovettura e camionette.

Nel dettaglio, lo stabilimento di Cuneo è organizzato in due distinti servizi produttivi:

- *Servizio Z*: produzione di prodotti semifiniti, ovvero mescole, tessuti tessili e metallici calandrati, cerchietti metallici per pneumatici;
- *Servizio O*: produzione pneumatici e magazzino di stoccaggio prodotto finito.

Il servizio O dello stabilimento di Cuneo si articola in quattro principali aree, di seguito elencate, da monte a valle del processo di produzione:

1. **Reparto di Preparazione:** ovvero trasformazione dei prodotti semifiniti come mescole e tessuti tessili e metallici rispettivamente tramite processi di estrusione e taglio;
2. **Reparto di Assemblaggio:** processi di assemblaggio dei diversi prodotti costituenti lo pneumatico. In particolare, questa fase avviene in due distinti processi: la confezione, ovvero la fabbricazione della carcassa (scheletro del pneumatico) e la finizione dove si ottiene lo pneumatico crudo;
3. **Reparto di Cottura:** processo di vulcanizzazione dello pneumatico crudo in impianti chiamati “presse di cottura” alimentati a vapore surriscaldato oppure tramite elettricità;
4. **Reparto di Verifica:** qui lo pneumatico cotto viene analizzato in via automatica o in via manuale per assicurare tutte le caratteristiche tecnologiche e legislative previste, prima della liberazione sul mercato del prodotto.

Nella fattispecie, la prima fase del processo di assemblaggio di uno pneumatico è schematizzato in Figura 1.15.

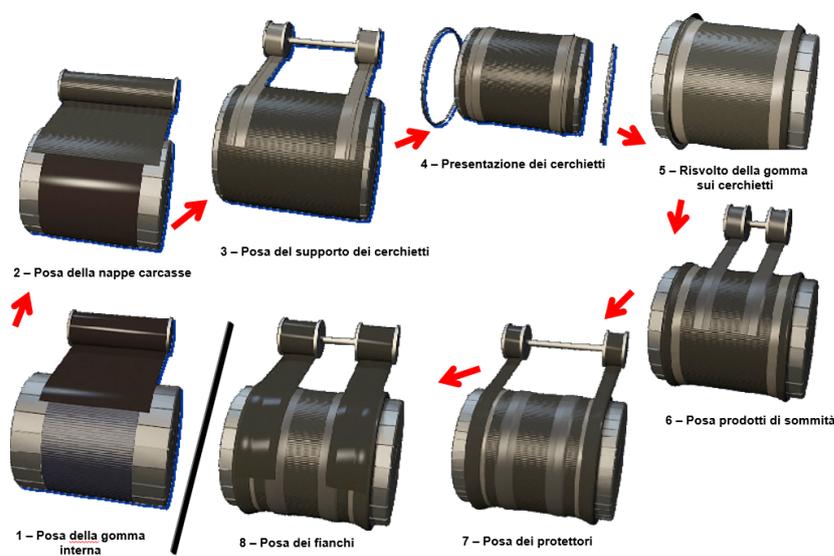


Figura 1.15: Prima fase di assemblaggio di uno pneumatico

Una volta posati i fianchi, si prosegue al cambio di conformazione dello pneumatico (Figura 1.16).

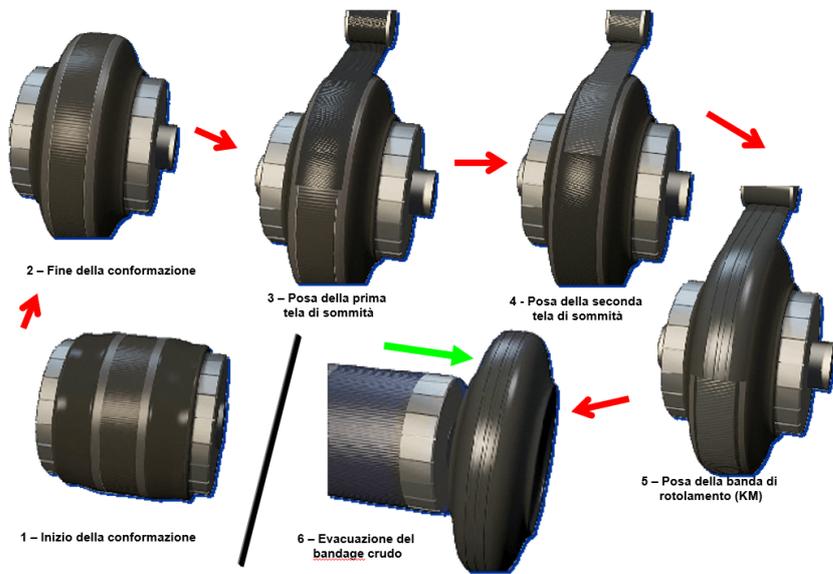


Figura 1.16: Seconda fase di assemblaggio di uno pneumatico

Infine, lo pneumatico crudo viene posizionato all'interno dello stampo per lo step di cottura (Figura 1.17), nel quale ha luogo il processo di vulcanizzazione che conferisce allo pneumatico le sue caratteristiche elastiche.

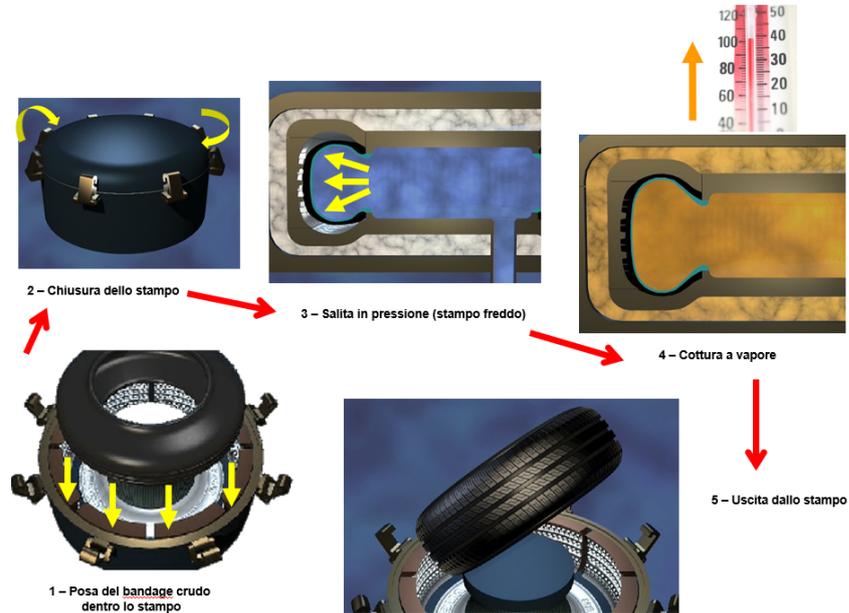


Figura 1.17: Cottura dello pneumatico

1.5 Gamme Michelin

Gli pneumatici Michelin, a seconda delle loro caratteristiche e dell'applicazione alla quale sono destinati, possono essere suddivisi in gamme [10].

- **MICHELIN CROSSCLIMATE:** si tratta degli pneumatici "all season" Michelin, progettati per offrire prestazioni ottimali su asciutto e bagnato, così come trazione su neve nelle zone interessate da condizioni invernali occasionali (neve, ghiaccio, bagnato/umido e temperature sotto i 7°C). Il Cross Climate è uno pneumatico estivo omologato invernale. Ossia ha una carcassa dalla rigidità tipica estiva, una mescola battistrada invernale ed una scultura del battistrada ibrida. Conferisce una motricità ottima analoga a quella di un Alpin.;
- **MICHELIN PRIMACY:** pneumatici adatti a compatte, berline e SUV. Le gamme PRIMACY 4 e 4+ sono fatti per durare offrendo eccellenti prestazioni in frenata sul bagnato dal primo all'ultimo chilometro e un miglior controllo dell'aquaplaning. Invece, l'E-PRIMACY è adatto a veicoli elettrici, ibridi o con motore termico a basso consumo di carburante;
- **MICHELIN PILOT:** pneumatici adatti ad auto sportive, super e hypercar;
- **MICHELIN ENERGY:** pneumatici adatti a utilitarie compatte;
- **MICHELIN LATITUDE:** pneumatici adatti a SUV, 4X4 e Crossover che garantiscono durata chilometrica, comfort e trazione;
- **MICHELIN AGILIS:** pneumatici progettati appositamente per furgoni, camper e veicoli commerciali grazie alla durata chilometrica e al risparmio di carburante;
- **MICHELIN ALPIN:** pneumatici invernali. Garantiscono un'eccellente sicurezza che dura nel tempo nelle critiche condizioni di guida invernale. Sono progettati per offrire: frenata e trazione su neve, migliore durata chilometrica e performance fatte per durare. Uno pneumatico Alpin si distingue, rispetto ad un Cross Climate, nelle performance di handling (tenuta laterale) in condizioni invernali ma risulta meno competitivo nell'aderenza su suolo bagnato e come rollign resistance.

Capitolo 2

Il Fianco Esterno

2.1 Mezzi automatici

Nello studio sono stati considerati solo gli pneumatici prodotti tramite mezzi automatici (MA). Vi sono due step di industrializzazione:

- Confezione;
- Finizione

Nella fattispecie, la prima fase del processo di assemblaggio [11] di uno pneumatico è schematizzato in Figura 2.1.

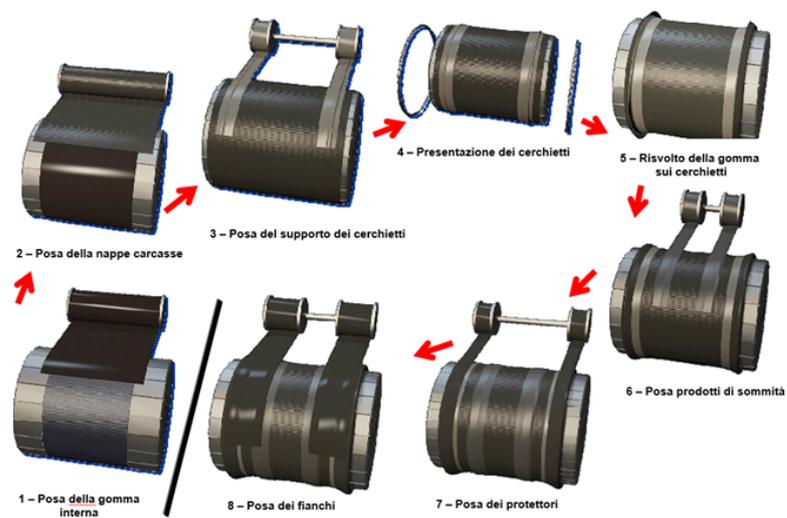


Figura 2.1: Prima fase di assemblaggio di uno pneumatico

Una volta posati i fianchi, si prosegue al cambio di conformazione dello pneumatico(Figura 2.2).

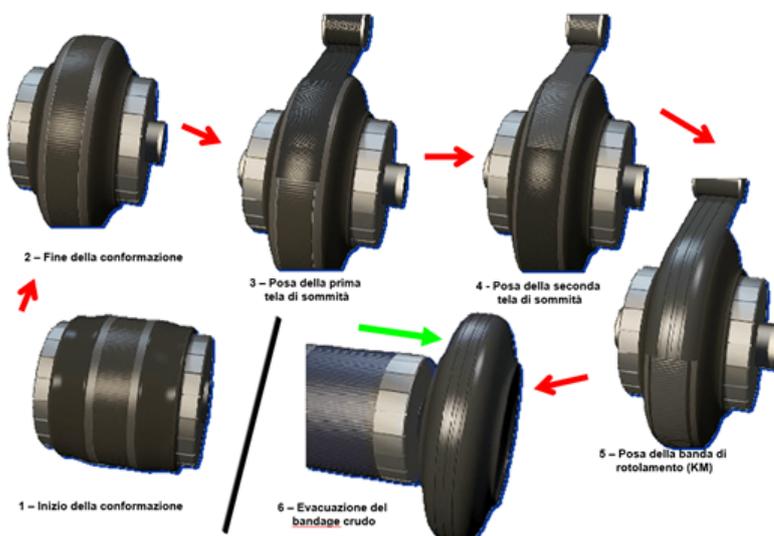


Figura 2.2: Seconda fase di assemblaggio di uno pneumatico

Infine, lo pneumatico crudo viene posizionato all'interno dello stampo per lo step di cottura (Figura 2.3), nel quale ha luogo il processo di vulcanizzazione che conferisce allo pneumatico le sue caratteristiche elastiche.



Figura 2.3: Cottura dello pneumatico

Ogni dimensione di pneumatico è contraddistinta da un codice a barre (CAB) che la identifica.

2.2 Architettura del fianco esterno

Il fianco esterno dello pneumatico è la componente che separa il battistrada dal cerchione, ed ha il compito di proteggere lo pneumatico da urti laterali. In particolare, il fianco esterno può anche non essere a diretto contatto con il battistrada. In questo caso, vi è un tratto in gomma, denominato CJK, il quale è estruso insieme alla carcassa e funge da congiunzione tra il fianco e il battistrada favorendo la riduzione di difetti nella zona di raccordo. Inoltre, sul fianco vengono stampate le informazioni principali dello pneumatico.

Il fianco esterno può essere diviso in tre zone [12]:

- HFE, ovvero la zona del fianco a stretto contatto con il battistrada (KM);
- EFE, ovvero la zona centrale del fianco esterno;
- BFE, la zona a contatto con il cerchione.

Nell'analisi delle quote di architettura dello pneumatico, la sezione dello stesso verrà distinta in due lati: il lato di riferimento (R) ed il lato di anti-riferimento (AR).

2.2.1 HFE

Nel caso dell'HFE vi sono due quote di interesse: la quota al punto J (Figura 2.4) e la quota al segmento JJ' (Figura 2.5).

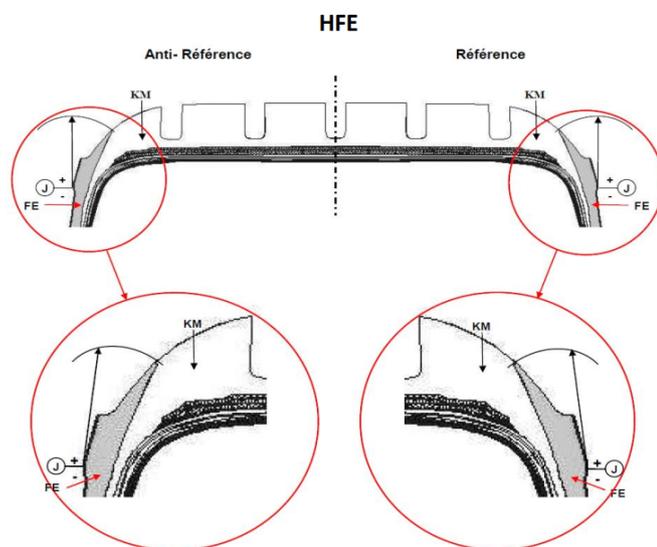


Figura 2.4: Quota HFE rispetto al punto J

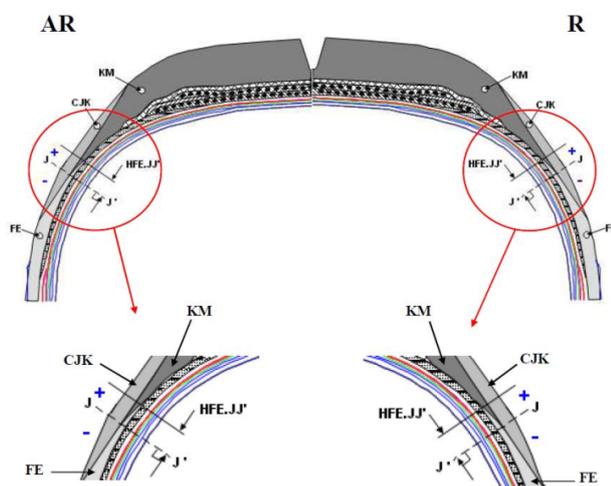


Figura 2.5: Quota HFE rispetto al segmento JJ'

2.2.2 EFE

Nel caso dell'HFE vi sono due quote di interesse: la quota al punto J (Figura 2.6) e la quota al punto Z (Figura 2.7).

EFE J



Figura 2.6: Quota EFE rispetto al punto J

EFE Z

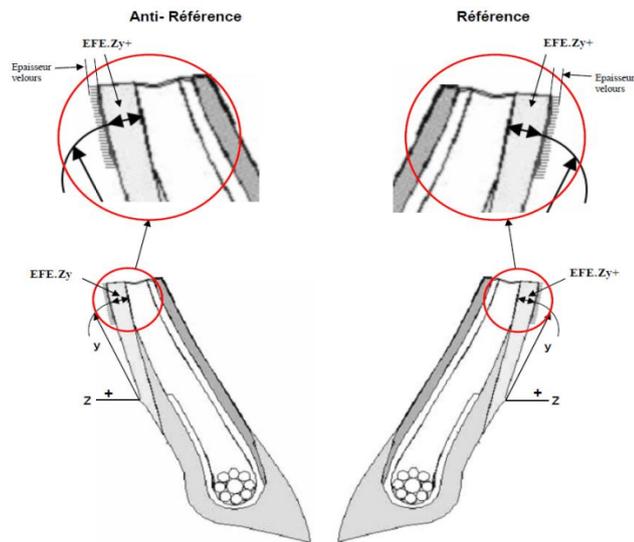


Figura 2.7: Quota EFE rispetto al punto Z

2.2.3 BFE

Le quote di architettura dello pneumatico relative al BFE sono riportate in Figura 2.8.

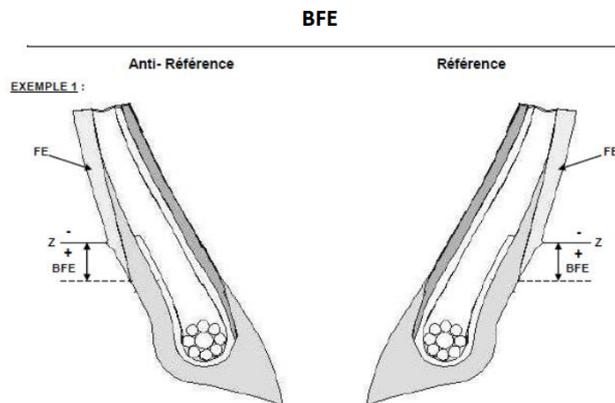


Figura 2.8: Quota relativa al BFE

2.3 Mescole

In aggiunta alle informazioni circa la composizione della mescola di uno pneumatico contenute nel paragrafo 1.2, è possibile effettuare una distinzione tra le 3 mescole utilizzate per la produzione di pneumatici Michelin:

- **mescola 19086:** si tratta della mescola storica impiegata da Michelin, tuttora molto diffusa;
- **mescola 25687:** si tratta di una mescola innovativa che riduce la resistenza al rotolamento dello pneumatico;
- **mescola 25991:** è la nuova mescola, attualmente in uso solo su un numero limitato di pneumatici Michelin, caratterizzata da un'elevata resistenza a fatica.

Capitolo 3

Famiglie FE

Il numero totale di geometrie di fianco esterno presenti nel portfolio Michelin è pari a 235, considerando sia mezzi automatici che mezzi individuali. In particolare, lo studio è rivolto all'ottimizzazione degli FE per i mezzi automatici, pari a 127.

3.1 Parametri per la suddivisione delle geometrie FE

Il raggruppamento delle geometrie di fianco esterno in famiglie avviene in funzione di alcuni parametri, quali:

- mescola;
- presenza del CJK;
- dimensioni (larghezza, spessore, sezione);
- profilo geometrico;
- quote di architettura dello pneumatico;
- volumi produttivi.

3.1.1 Mescola

I profili all'interno della medesima famiglia devono presentare la stessa mescola. Le mescole considerate sono:

- mescola 19086;
- mescola 25687;
- mescola 25991.

3.1.2 Presenza del CJK

Un'ulteriore suddivisione tra i differenti profili è la presenza o meno del CJK, che funge da congiunzione tra il fianco esterno ed il battistrada.

In particolare, i profili sono stati suddivisi come segue:

- Profili senza CJK;
- Profili con CJK.

3.1.3 Dimensioni(larghezza, spessore, sezione)

Al fine di evitare l'insorgere di difetti negli pneumatici, i profili all'interno della stessa famiglia devono presentare delle dimensioni simili, ovvero:

- Differenza di larghezza non superiore a 5 mm;
- Differenza di spessore non superiore a 0.5 mm;
- Differenza di sezione non superiore al 20 %.

3.1.4 Profilo geometrico

Al fine di sostituire un profilo con un altro, i due profili considerati devono essere sovrapponibili.

3.1.5 Quote di architettura dello pneumatico

La sostituzione di un profilo con quote di architettura dello pneumatico differenti può avere un impatto sulle performance e sulla sicurezza dello pneumatico.

In particolare, è possibile classificare l'impatto di una modifica delle quote di architettura dello pneumatico:

- **'D'**: indica un impatto sulla definizione dello pneumatico, ma non comporta variazioni nelle sue proprietà;
- **'F'**: indica un impatto sulle proprietà funzionali e sulle performance dello pneumatico;
- **'C'**: impatto critico sia sulle performance che sulla sicurezza.

3.1.6 Volumi produttivi

Il singolo profilo geometrico può essere classificato in funzione dei volumi produttivi della dimensione alla quale è associato. Nella fattispecie, i profili possono essere suddivisi in:

- **Big Runner**, con volumi produttivi superiori ai 200.000 pneumatici l'anno;
- **Semi Big Runner**, con volumi produttivi compresi tra i 50.000 e i 150.000 pneumatici l'anno;
- **Long Tail**, con volumi produttivi inferiori ai 50.000 pneumatici l'anno.

3.2 Mescola 19086

Per ogni dimensione di pneumatico, verranno riportate le seguenti informazioni:

- Codice identificativo della dimensione all'interno della famiglia;
- Codice a barre (CAB);
- Dimensione;
- Gamma;
- Codice profilo fianco esterno (FE-profilo);
- Larghezza (L), spessore (S) in millimetri e sezione del profilo (A) ;
- Peso del prodotto (P) in Kilogrammi;
- Codice identificativo lama;
- Le quote di architettura dello pneumatico, ove disponibili.

3.2.1 Senza CKJ

Le famiglie di fianchi esterni senza CJK sono rispettivamente la famiglia A e la famiglia B: Per quanto riguarda la famiglia A, il profilo della dimensione A1 è rappresentato in Figura 3.1, le relative informazioni in Tabella 3.1. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 1.636.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
803	834824-001	98	4.4	319	1.011	02-C70

Tabella 3.1: Informazioni dimensione A1

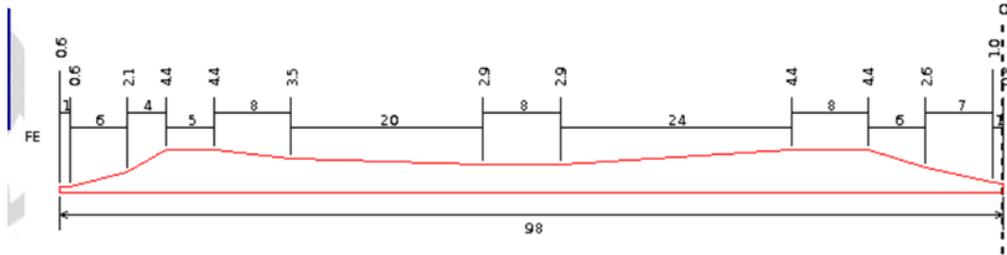


Figura 3.1: Profilo dimensione A1

Il profilo della dimensione A2 è riportato in Figura 3.2, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.2 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.3. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 1.120.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
828	648741-001	102	4	272	0.86	02-E87

Tabella 3.2: Informazioni dimensione A2

828	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE	17.00	16.26	17.00	18.40
BFE	3.00	2.28	3.00	1.04
EFE.J + 10	1.90	2.88	1.90	3.16
EFE.Z + 50	2.00	2.06	2.00	2.27

Tabella 3.3: Quote di architettura dello pneumatico dimensione A2

In Tabella 3, oltre al codice identificativo della dimensione e alle quote, sono indicati:

- Il valore teorico della specifica quota per il lato di riferimento (R) e di anti-riferimento (AR);
- Il valore medio della specifica quota per il lato di riferimento (R) e di anti-riferimento (AR).

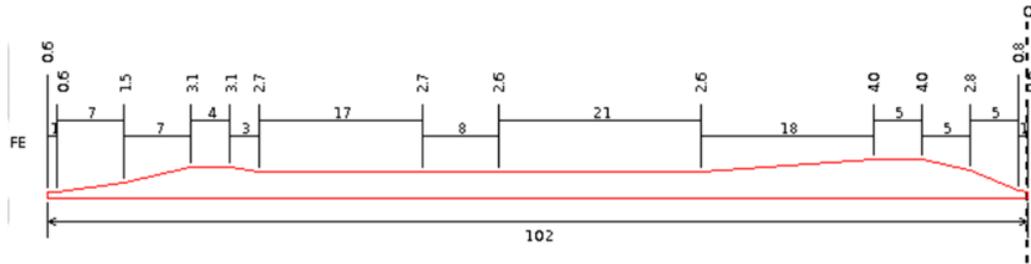


Figura 3.2: Profilo dimensione A2

La seconda famiglia è la B, caratterizzata dalle dimensioni B1 e B2. Il profilo della dimensione B1 è rappresentato in Figura 3.3, le relative informazioni in Tabella 3.4.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
400	313962-001	108	5.4	409	1.137	02-875

Tabella 3.4: Informazioni dimensione B1

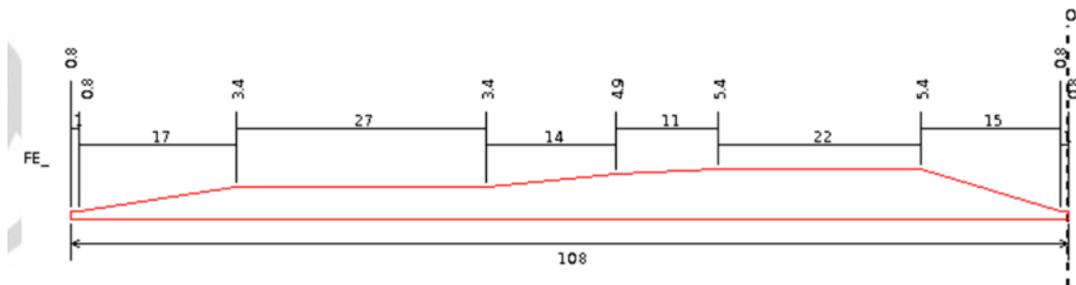


Figura 3.3: Profilo dimensione B1

Il profilo della dimensione B2 è riportato in Figura 3.4, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.5 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.6. La seguente dimensione è classificata 'Big Runner', con un volume produttivo di pneumatici pari a 172.387.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
340	856174-001	114	6	464	1.371	02-J37

Tabella 3.5: Informazioni dimensione B2

340	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE	30.00	28.18	30.00	28.14
EFE.J - 32	3.00	3.61	3.00	3.32

Tabella 3.6: Quote di architettura dello pneumatico dimensione B2

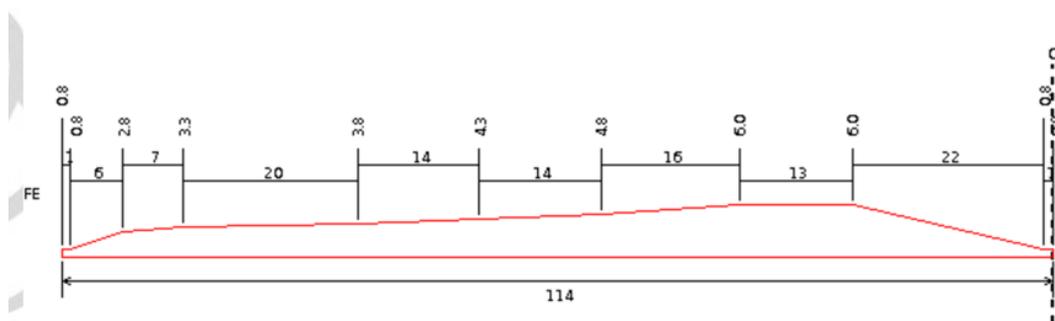


Figura 3.4: Profilo dimensione B2

3.2.2 Con CJK e con larghezza $L < 50$ mm

Per quanto concerne le dimensioni con larghezza inferiore ai 50 mm, vi sono due famiglie: la famiglia C e la famiglia D. La famiglia C è composta dalle dimensioni C1 e C2. Il profilo della dimensione C1 è riportato in Figura 3.5, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.7 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.8. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 38.244.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
595	1349716-001	36	4.4	99	0.314	02-M91

Tabella 3.7: Informazioni dimensione C1

595	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	2.00	3.11	2.00	2.73
EFE.Z + 22	2.50	3.39	2.50	2.67

Tabella 3.8: Quote di architettura dello pneumatico dimensione C1

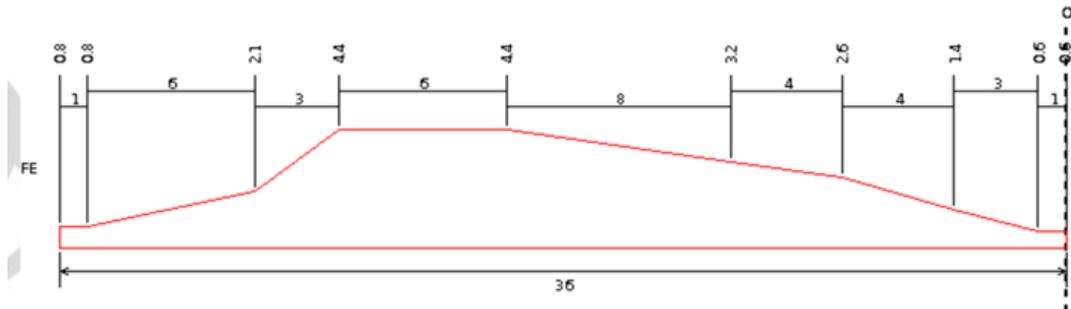


Figura 3.5: Profilo dimensione C1

Il profilo della dimensione C2 è riportato in Figura 3.6, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.9 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.10. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 2.974.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
648	1328194-001	41	4.9	117	0.408	02-M64

Tabella 3.9: Informazioni dimensione C2

648	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	2.00	4.83	2.00	2.48
EFE.J -10	2.50	3.32	2.50	3.06
EFE.J -15	2.20	3.09	2.20	2.68
EFE.J -20	3.00	2.59	3.00	3.45
EFE.J -25	4.10	3.50	4.10	3.80
EFE.Z + 8	3.60	2.91	3.60	3.45

Tabella 3.10: Quote di architettura dello pneumatico dimensione C2

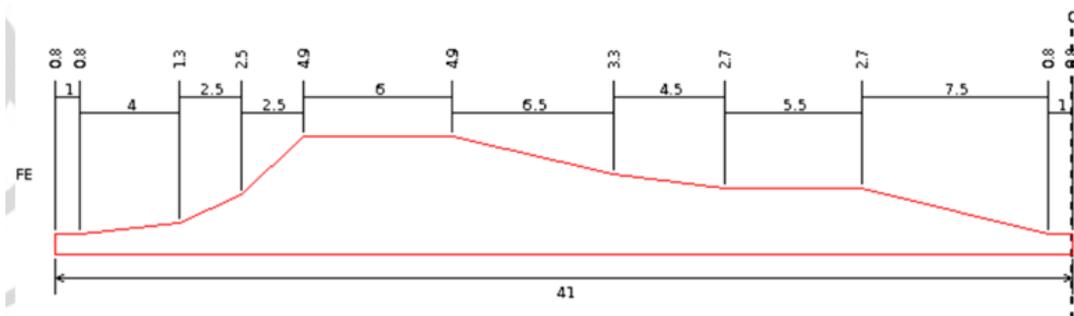


Figura 3.6: Profilo dimensione C2

La famiglia D è invece composta da 3 dimensioni: D1, D2 e D3. Il profilo della dimensione D1 è riportato in Figura 3.7, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.11 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.12. La seguente dimensione è classificata ‘Semi Big Runner’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 47.190.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
873	1162684-001	42	5.3	140	0.471	02-M07

Tabella 3.11: Informazioni dimensione D1

873	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	4.00	5.42	4.00	5.51
EFECJK.Z + 33	2.20	2.81	2.20	2.82

Tabella 3.12: Quote di architettura dello pneumatico dimensione D1

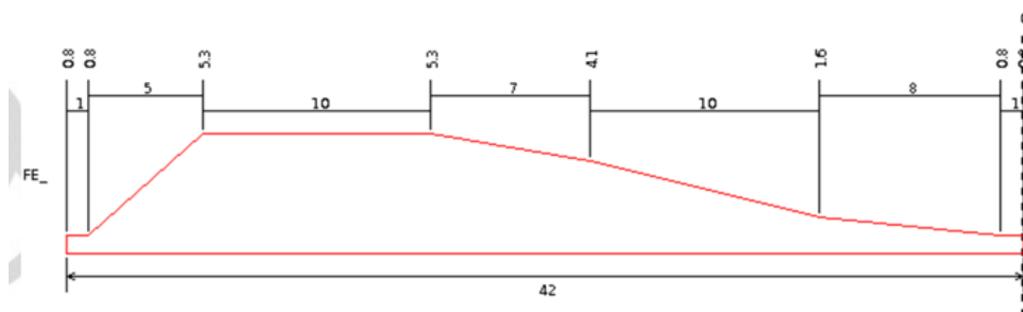


Figura 3.7: Profilo dimensione D1

Il profilo della dimensione D2 è riportato in Figura 3.8, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.13 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.14. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail, con un volume produttivo di pneumatici pari a 28.968.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
672	1267366-003	44	5	138	0.484	02-M52

Tabella 3.13: Informazioni dimensione D2

672	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	2.00	5.12	2.00	0.25
BFE	3.00	4.70	3.00	1.00
EFECJK.Z + 35	2.50	3.13	2.50	2.73

Tabella 3.14: Quote di architettura dello pneumatico dimensione D2

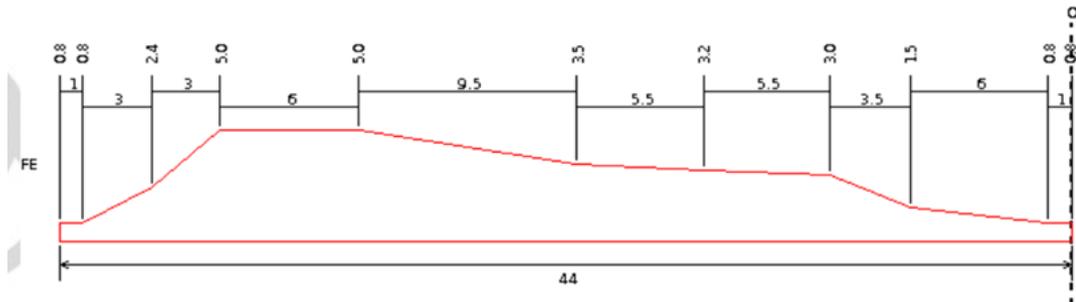


Figura 3.8: Profilo dimensione D2

Il profilo della dimensione D3 è riportato in Figura 3.9, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.15 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.16. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail, con un volume produttivo di pneumatici pari a 4.368.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
606	927152-001	46	5	149	0.474	02-J86

Tabella 3.15: Informazioni dimensione D3

606	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	6.00	6.89	6.00	3.75
EFE.Z + 27	2.00	2.46	2.00	2.10
EFECJK.Z + 36	2.60	3.14	2.60	2.15

Tabella 3.16: Quote di architettura dello pneumatico dimensione D3

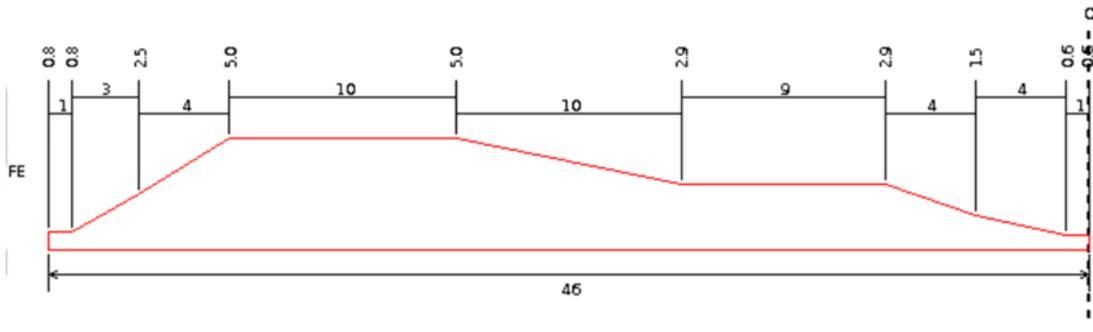


Figura 3.9: Profilo dimensione D3

3.2.3 Con CJK e con larghezza $50 \text{ mm} < L < 60 \text{ mm}$

Vi sono 5 famiglie di dimensioni con larghezza compresa tra i 50 e i 60 m: E, F, G, H, I. Per quanto concerne la famiglia E, questa è composta dalle dimensioni E1, E2, E3 e E4. Il profilo della dimensione E1 è riportato in Figura 3.10, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.17 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.18. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 29.919.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
853	763847-001	52	5.4	179	0.571	02-K79

Tabella 3.17: Informazioni dimensione E1

853	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	5.00	4.29	5.00	5.24
BFE	3.00	4.25	3.00	3.90
EFE.Z + 30	2.10	2.65	2.10	2.48

Tabella 3.18: Quote di architettura dello pneumatico dimensione E1

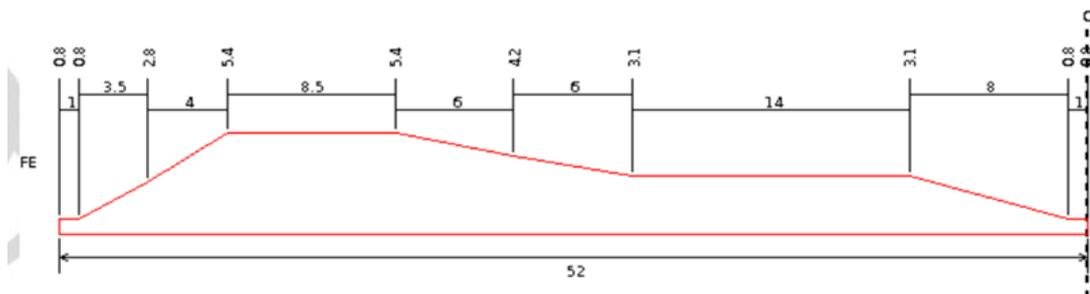


Figura 3.10: Profilo dimensione E1

Il profilo della dimensione E2 è riportato in Figura 3.11, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.19 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.20. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 27.493.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
601	1287629-001	55	5.6	198	0.694	02-M67

Tabella 3.19: Informazioni dimensione E2

601	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	4.00	4.83	4.00	2.60
EFE.Z + 35	2.60	2.77	2.60	2.71

Tabella 3.20: Quote di architettura dello pneumatico dimensione E2

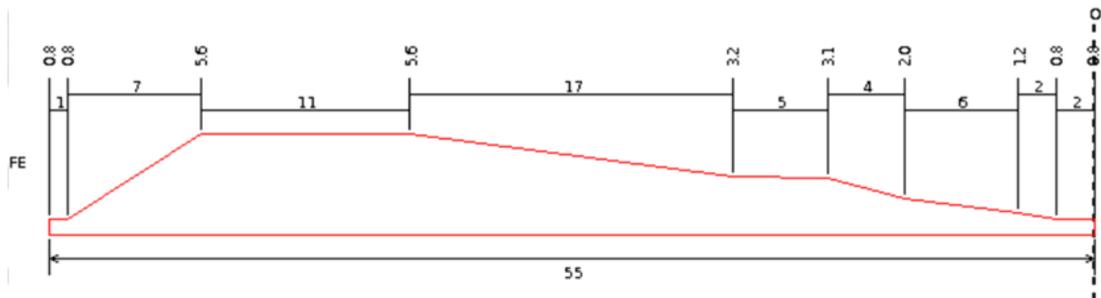


Figura 3.11: Profilo dimensione E2

Il profilo della dimensione E3 è riportato in Figura 3.12, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.21 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.22. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 13.621.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
554	954516-002	51	5.4	183	0.541	02-L08

Tabella 3.21: Informazioni dimensione E3

554	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	4.00	4.90	4.00	3.70
EFECJK.Z + 42	2.60	2.78	2.60	2.53

Tabella 3.22: Quote di architettura dello pneumatico dimensione E3

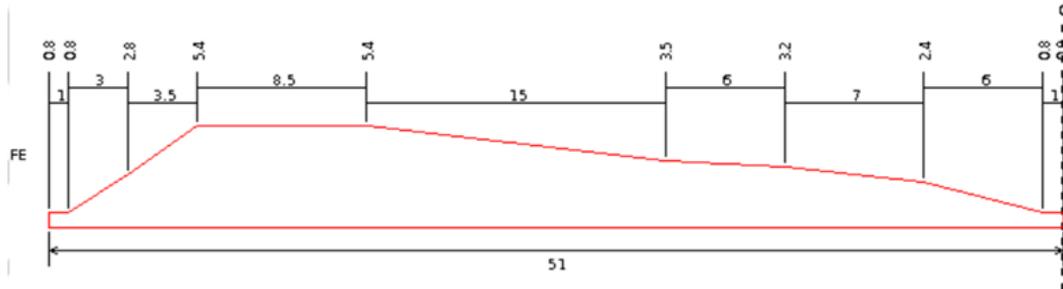


Figura 3.12: Profilo dimensione E3

Il profilo della dimensione E4 è riportato in Figura 3.13, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.23 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.24. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 4.897.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
545	1281524-001	51	5.5	162	0.514	02-M61

Tabella 3.23: Informazioni dimensione E4

545	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	2.00	2.62	2.00	3.45
EFE.Z + 35	2.30	2.29	2.30	2.48

Tabella 3.24: Quote di architettura dello pneumatico dimensione E4

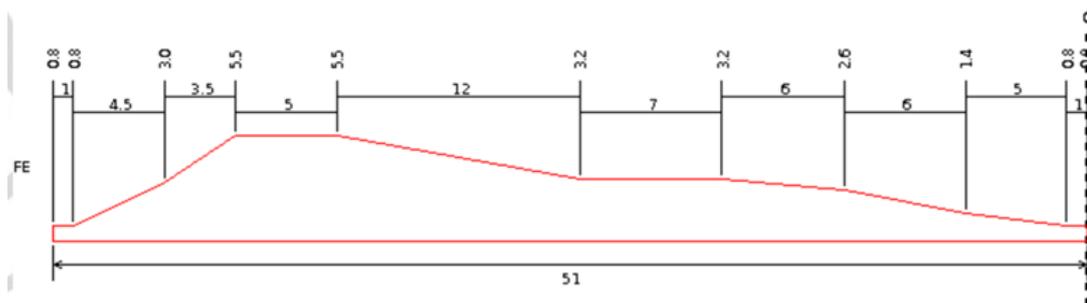


Figura 3.13: Profilo dimensione E4

La famiglia F è invece composta da 2 dimensioni: F1 ed F2. Il profilo della dimensione F1 è riportato in Figura 3.14, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.25 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.26. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 19.598.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
671	1273942-001	52	3.5	125	0.395	02-M57

Tabella 3.25: Informazioni dimensione F1

671	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	4.00	7.91	4.00	5.60
EFE.Z + 35	2.50	2.65	2.50	2.50

Tabella 3.26: Quote di architettura dello pneumatico dimensione F1

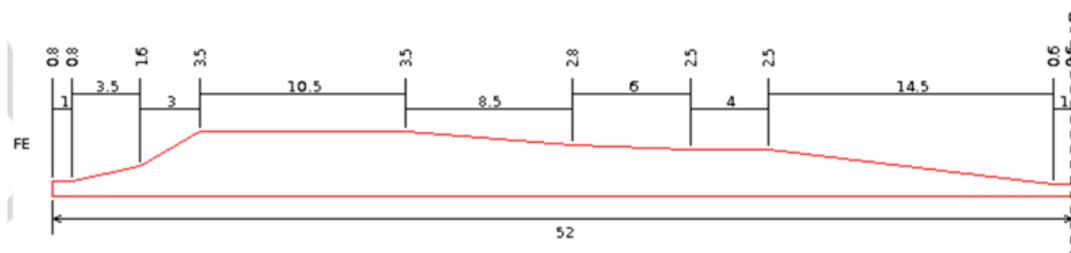


Figura 3.14: Profilo dimensione F1

Il profilo della dimensione F2 è riportato in Figura 3.15, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.27 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.28. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 5.054.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
623	1036456-001	49	3.9	136	0.476	02-L59

Tabella 3.27: Informazioni dimensione F2

623	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	-1.00	0.14	-1.00	-0.84
EFE.Z + 34	2.20	2.76	2.20	2.21
EFECJK.Z + 42	2.30	2.87	2.30	2.24

Tabella 3.28: Quote di architettura dello pneumatico dimensione F2

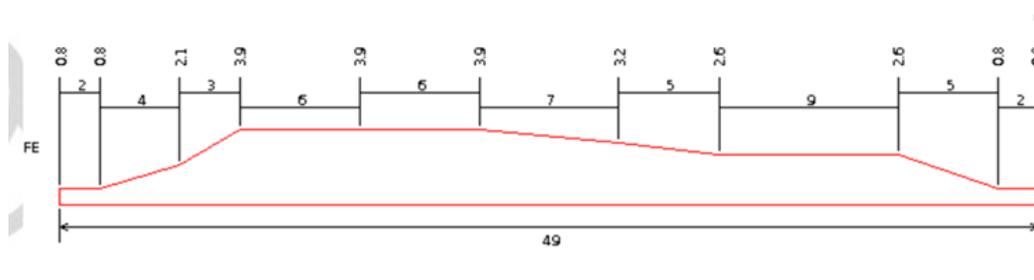


Figura 3.15: Profilo dimensione F2

La famiglia G è invece composta da 3 dimensioni: G1, G2 e G3. Il profilo della dimensione G1 è riportato in Figura 3.16, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.29 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.30. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 13.390.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
837	838453-001	57	4.6	176	0.588	02-H08

Tabella 3.29: Informazioni dimensione G1

837	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	3.00	4.22	3.00	4.72
BFE	3.00	5.49	3.00	3.34
EFE.Z + 34	2.40	2.29	2.40	1.98

Tabella 3.30: Quote di architettura dello pneumatico dimensione G1

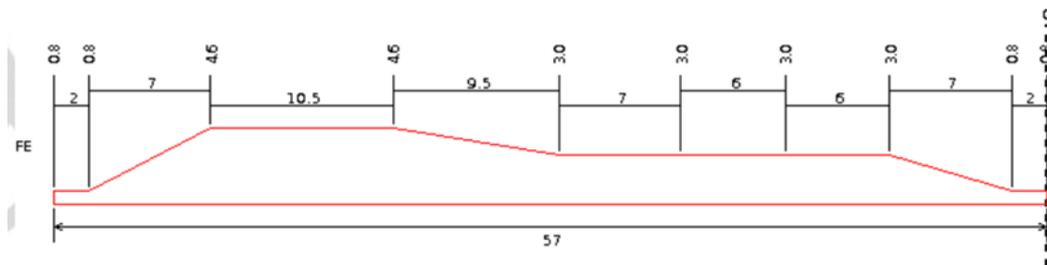


Figura 3.16: Profilo dimensione G1

Il profilo della dimensione G2 è rappresentato in Figura 3.17, le relative informazioni in Tabella 3.31. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 7.353.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
668	1331172-002	57	4.6	177	0.621	02-M81

Tabella 3.31: Informazioni dimensione G2

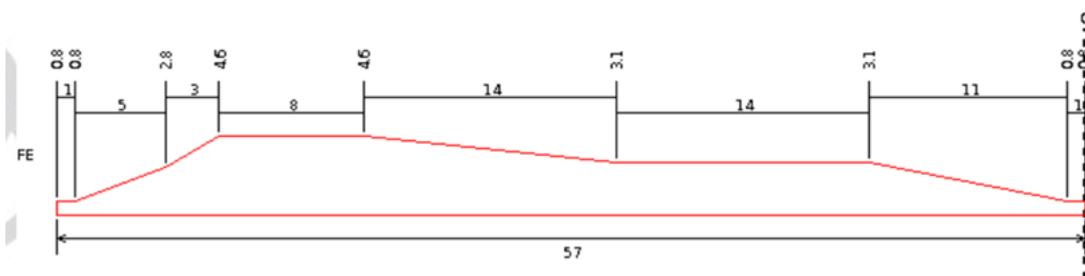


Figura 3.17: Profilo dimensione G2

Il profilo della dimensione G3 è riportato in Figura 3.18, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.32 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.33. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 4.581.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
763	912335-001	52	4.7	152	0.482	02-J75

Tabella 3.32: Informazioni dimensione G3

763	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	2.00	3.66	2.00	3.57
BFE	3.00	5.18	3.00	5.62
EFE.Z + 33	2.60	2.66	2.60	2.34

Tabella 3.33: Quote di architettura dello pneumatico dimensione G3

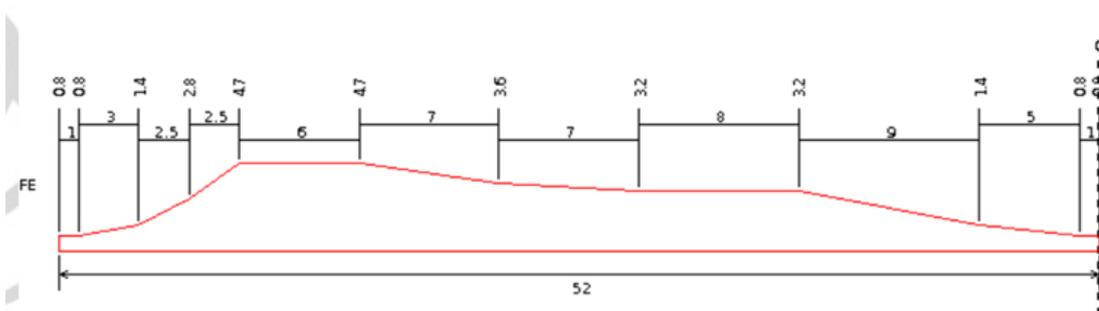


Figura 3.18: Profilo dimensione G3

La famiglia H è composta da 2 dimensioni: H1 e H2. Il profilo della dimensione H1 è riportato in Figura 3.19, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.34 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.35. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 4.023.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
771	811612-002	55	4.1	167	0.525	02-J12

Tabella 3.34: Informazioni dimensione H1

771	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	3.00	2.60	3.00	2.07
BFE	3.00	6.77	3.00	5.47
EFE.Z + 33	2.90	3.04	2.90	2.48

Tabella 3.35: Quote di architettura dello pneumatico dimensione H1

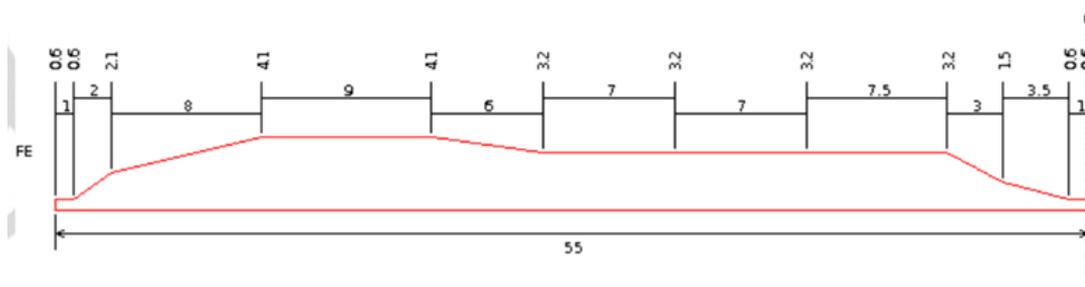


Figura 3.19: Profilo dimensione H1

Il profilo della dimensione H2 è rappresentato in Figura 3.20, le relative informazioni in Tabella 3.36. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 332.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
705	779356-003	51	3.8	155	0.492	02-K45

Tabella 3.36: Informazioni dimensione H2

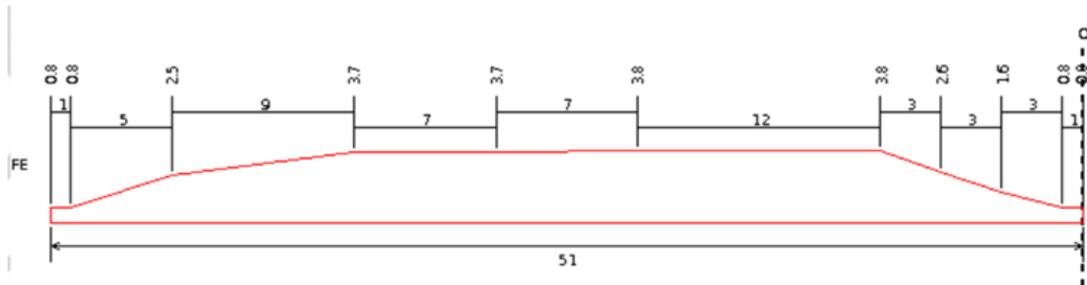


Figura 3.20: Profilo dimensione H2

La famiglia I è composta da 3 dimensioni: I1, I2 e I3. Il profilo della dimensione I1 è riportato in Figura 3.21, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.37 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.38. La seguente dimensione è classificata ‘Semi Big Runner’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 45.064.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
835	802476-001	50	6	221	0.738	02-K51

Tabella 3.37: Informazioni dimensione I1

835	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	3.00	2.58	3.00	4.10
BFE	3.00	3.64	3.00	3.18
EFE.Z + 10	6.00	5.87	6.00	5.64

Tabella 3.38: Quote di architettura dello pneumatico dimensione I1

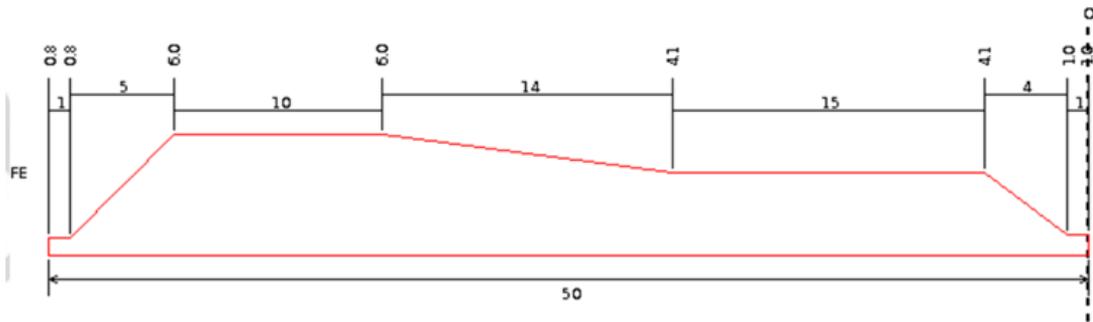


Figura 3.21: Profilo dimensione I1

Il profilo della dimensione I2 è riportato in Figura 3.22, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.39 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.40. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 26.927.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
882	836209-001	51	7	239	0.805	02-K59

Tabella 3.39: Informazioni dimensione I2

882	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	3.00	3.91	3.00	3.93
BFE	3.00	6.88	3.00	5.28
EFE.Z + 10	7.50	7.42	7.50	7.30
EFE.Z + 34	2.90	2.96	2.90	2.81

Tabella 3.40: Quote di architettura dello pneumatico dimensione I2

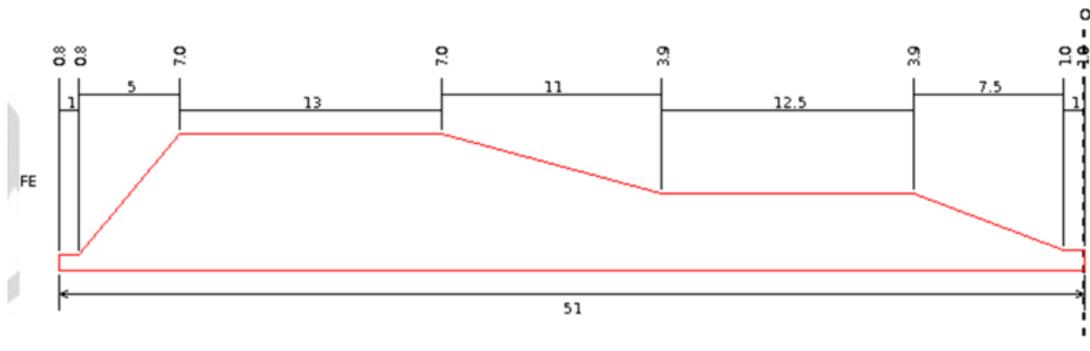


Figura 3.22: Profilo dimensione I2

Il profilo della dimensione I3 è riportato in Figura 3.23, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.41 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.42. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 19.086.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
729	825683-005	56	6.6	248	0.792	02-J21

Tabella 3.41: Informazioni dimensione I3

729	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	3.00	3.36	3.00	4.55
BFE	3.00	9.48	3.00	7.45
EFE.Z + 30	2.30	2.81	2.30	2.79

Tabella 3.42: Quote di architettura dello pneumatico dimensione I3

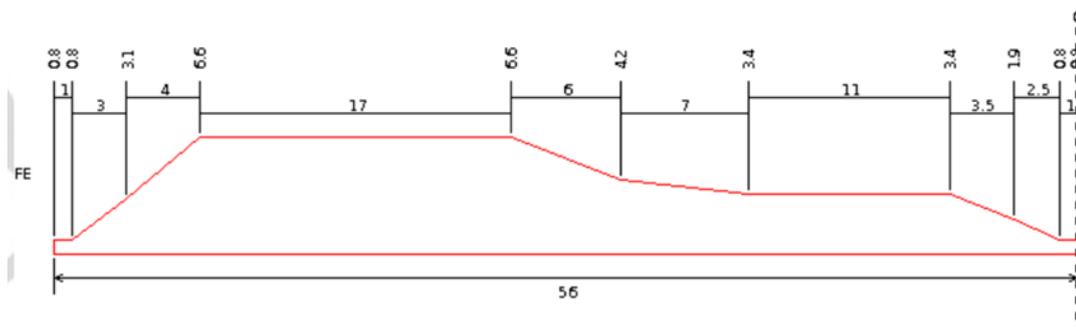


Figura 3.23: Profilo dimensione I3

3.2.4 Con CJK e con larghezza $60 \text{ mm} < L < 70 \text{ mm}$

Per quanto concerne le famiglie con larghezza comprese tra 60 e 70 mm, ve ne sono 3: J, K, L. La famiglia J è composta da 4 dimensioni: J1, J2, J3 e J4. Il profilo della dimensione J1 è riportato in Figura 3.24, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.43. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 11.353.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
559	779003-002	62	3.8	185	0.589	02-K72

Tabella 3.43: Informazioni dimensione J1

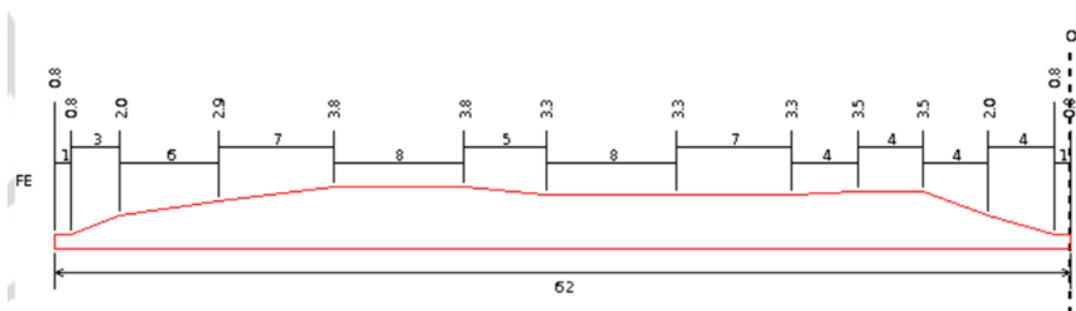


Figura 3.24: Profilo dimensione J1

Il profilo della dimensione J2 è riportato in Figura 3.25, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.44 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.45. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 7.017.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
714	896937-001	60	3.3	176	0.555	02-J67

Tabella 3.44: Informazioni dimensione J2

714	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	4.00	6.18	4.00	4.58
BFE	3.00	4.90	3.00	5.49
EFE.Z + 45	2.50	2.59	2.50	2.07

Tabella 3.45: Quote di architettura dello pneumatico dimensione J2

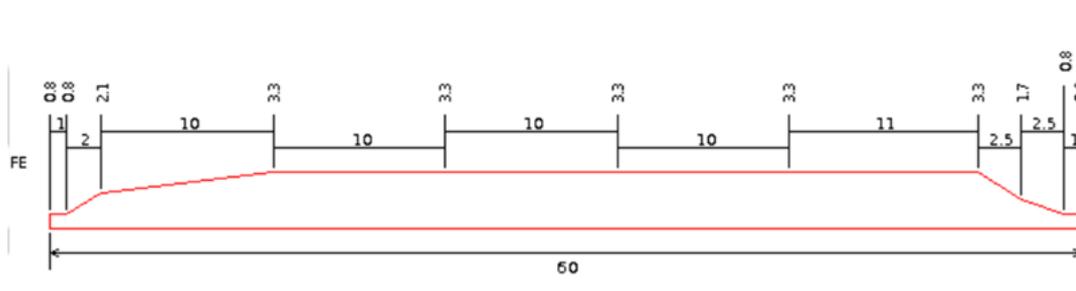


Figura 3.25: Profilo dimensione J2

Il profilo della dimensione J3 è riportato in Figura 3.26, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.46 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.47. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 2.988.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
780	711779-004	65	4.1	222	0.651	02-K58

Tabella 3.46: Informazioni dimensione J3

780	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	4.00	5.06	4.00	5.45
BFE	3.00	3.07	3.00	3.21

Tabella 3.47: Quote di architettura dello pneumatico dimensione J3

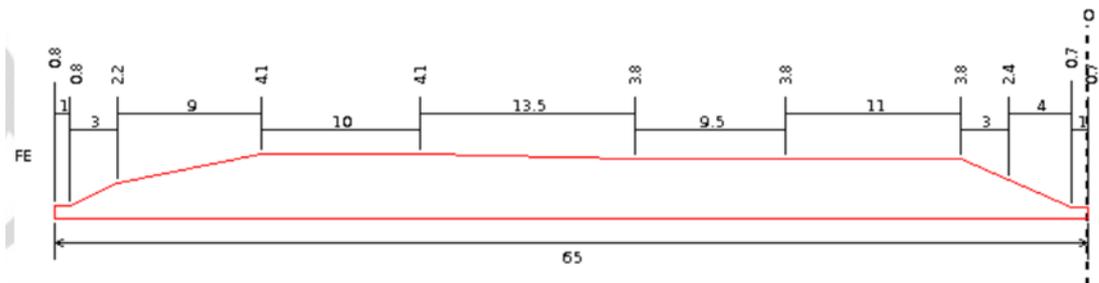


Figura 3.26: Profilo dimensione J3

Il profilo della dimensione J4 è riportato in Figura 3.27, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.48. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 2.398.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
775	964314-002	63	3.8	194	0.615	02-L13

Tabella 3.48: Informazioni dimensione J4

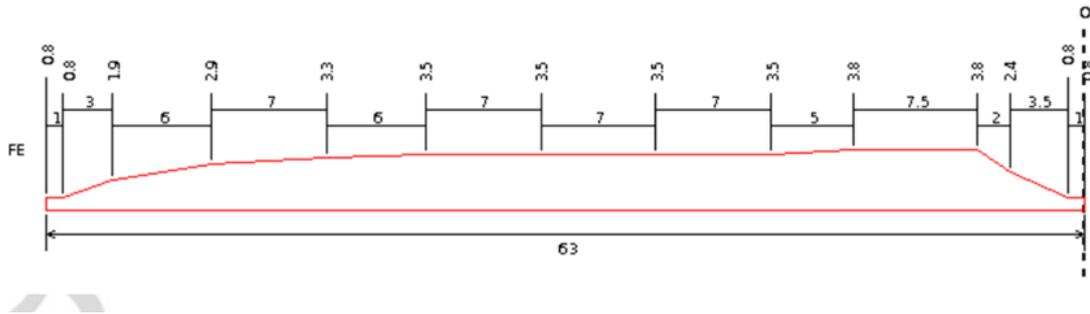


Figura 3.27: Profilo dimensione J4

Per quanto riguarda la famiglia K, questa è composta dalle dimensioni K1 e K2. Il profilo della dimensione K1 è riportato in Figura 3.28, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.49 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.50. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 20.405.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
767	604722-001	64	4	231	0.737	02-H67

Tabella 3.49: Informazioni dimensione K1

767	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	3.00	4.59	3.00	4.76
BFE	3.00	5.74	3.00	6.63

Tabella 3.50: Quote di architettura dello pneumatico dimensione K1

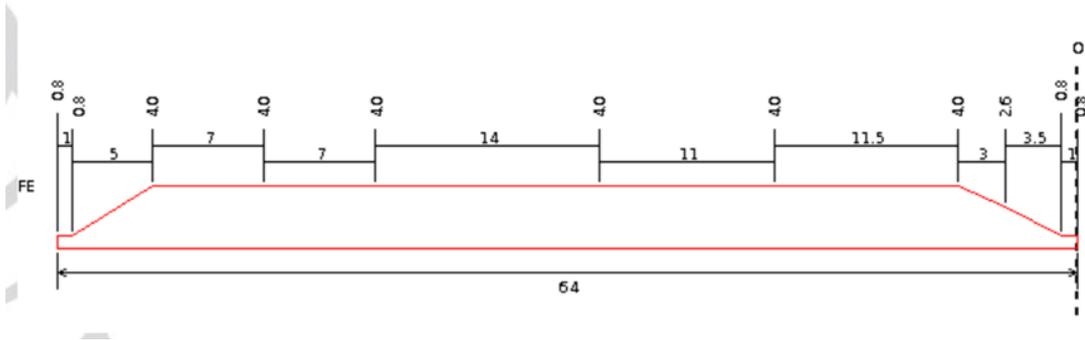


Figura 3.28: Profilo dimensione K1

Il profilo della dimensione K2 è riportato in Figura 3.29, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.51 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.52. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 113.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
892	1256902-001	64	4.1	214	0.721	02-M48

Tabella 3.51: Informazioni dimensione K2

892	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	3.00	6.27	3.00	5.97
BFE	3.00	5.61	3.00	3.32
EFE.Z + 38	2.20	1.94	2.20	2.07

Tabella 3.52: Quote di architettura dello pneumatico dimensione K2

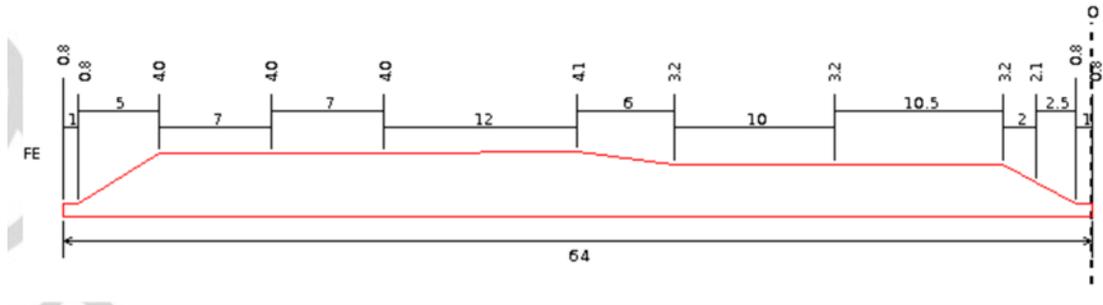


Figura 3.29: Profilo dimensione K2

La famiglia L è invece composta da 5 dimensioni: L1, L2, L3, L4 ed L5. Il profilo della dimensione L1 è riportato in Figura 3.30, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.53. La seguente dimensione è classificata ‘Semi Big Runner’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 49.165.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
538	875380-001	70	4.3	214	0.680	02-J53

Tabella 3.53: Informazioni dimensione L1

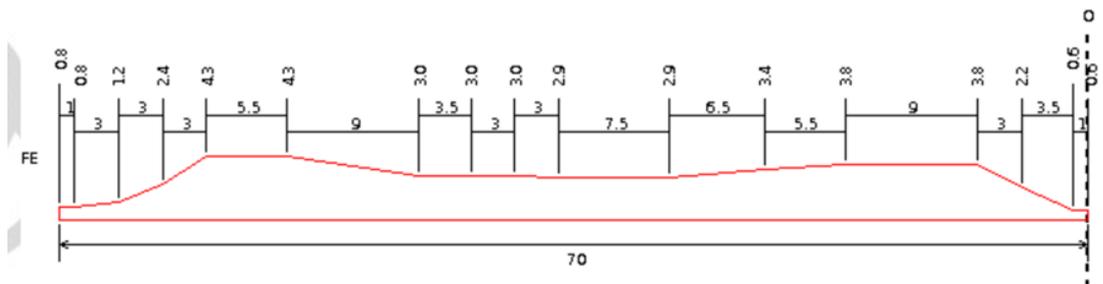


Figura 3.30: Profilo dimensione L1

Il profilo della dimensione L2 è riportato in Figura 3.31, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.54. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 17.010.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
706	968574-001	70	4.9	234	0.669	02-L18

Tabella 3.54: Informazioni dimensione L2

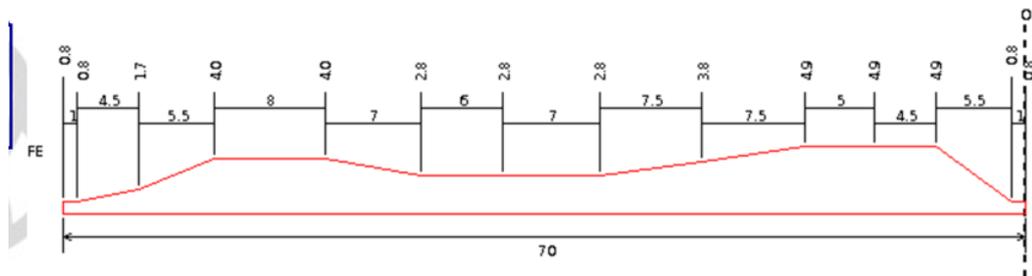


Figura 3.31: Profilo dimensione L2

Il profilo della dimensione L3 è riportato in Figura 3.32, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.55 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.56. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 15.524.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
779	252781-001	67	4.7	215	0.682	02-D77

Tabella 3.55: Informazioni dimensione L3

779	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	-3.00	-1.32	-3.00	-1.25
BFE	3.00	5.23	3.00	3.91
EFE.Z + 35	2.10	2.42	2.10	2.25

Tabella 3.56: Quote di architettura dello pneumatico dimensione L3

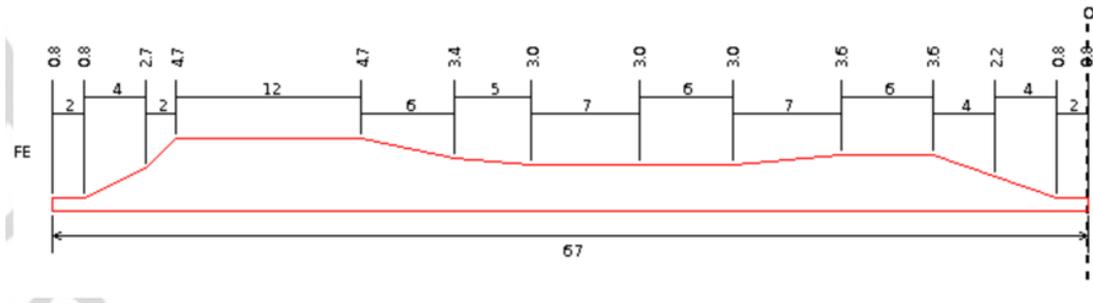


Figura 3.32: Profilo dimensione L3

Il profilo della dimensione L4 è riportato in Figura 3.33, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.57 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.58. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 9.053.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
543	1341997-001	62	4.5	194	0.619	02-J25

Tabella 3.57: Informazioni dimensione L4

543	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	1.00	5.94	1.00	4.91
EFE.Z + 40	2.00	2.05	2.00	2.22

Tabella 3.58: Quote di architettura dello pneumatico dimensione L4

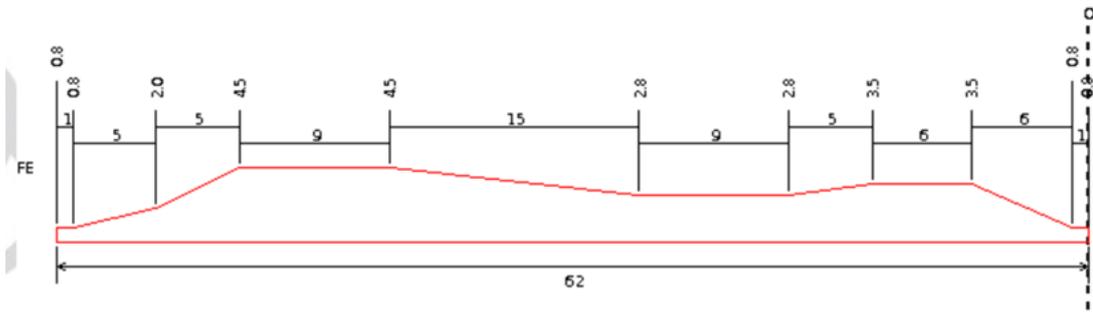


Figura 3.33: Profilo dimensione L4

Il profilo della dimensione L5 è riportato in Figura 3.34, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.59. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 6.648.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
539	994665-001	67	4.7	207	0.658	02-L33

Tabella 3.59: Informazioni dimensione L5

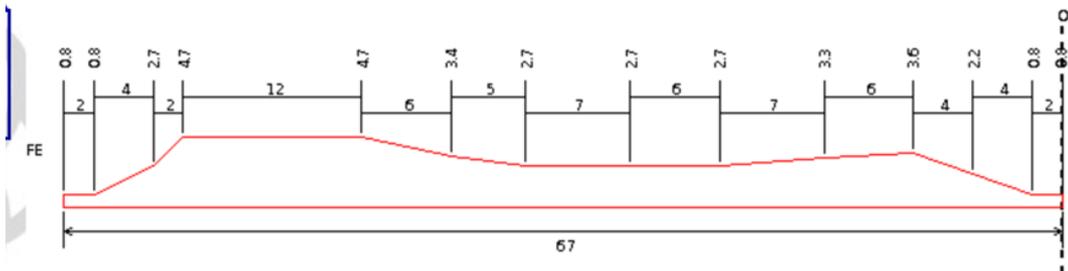


Figura 3.34: Profilo dimensione L5

3.2.5 Con CJK e con larghezza $70 \text{ mm} < L < 80 \text{ mm}$

Le famiglie con larghezza compresa tra i 70 e gli 80 mm sono cinque: M, N, O, P e Q. La famiglia M è composta da 2 dimensioni: M1 ed M2. Il profilo della dimensione M1 è riportato in Figura 3.35, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.60 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.61. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 8.940.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
811	696860-001	68	3.8	214	0.713	02-K39

Tabella 3.60: Informazioni dimensione M1

811	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	3.00	3.74	3.00	3.29
BFE	3.00	6.87	3.00	5.10
EFE.Z + 30	2.80	3.17	2.80	3.02
EFE.Z + 45	2.80	2.79	2.80	2.88

Tabella 3.61: Quote di architettura dello pneumatico dimensione M1

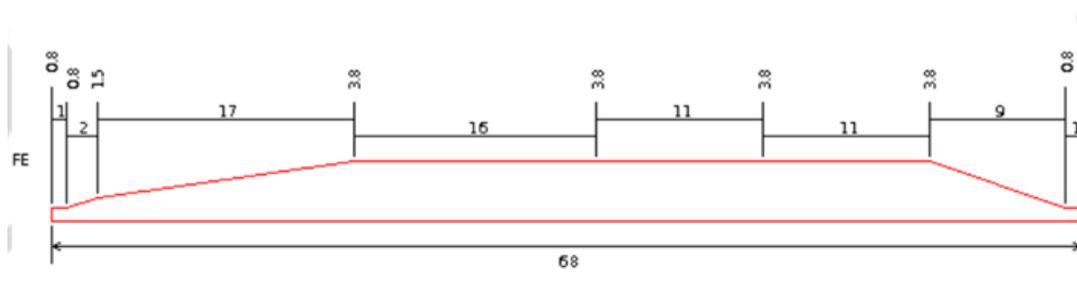


Figura 3.35: Profilo dimensione M1

Il profilo della dimensione M2 è riportato in Figura 3.36, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.62. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 4.842.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
512	636860-001	74	3.9	204	0.600	02-E72

Tabella 3.62: Informazioni dimensione M2

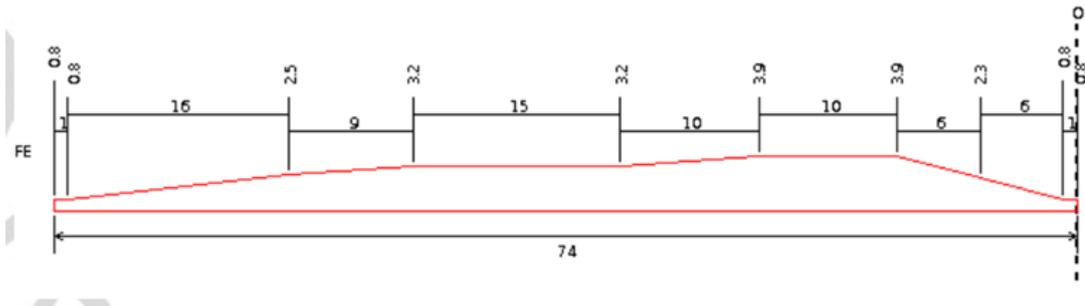


Figura 3.36: Profilo dimensione M2

La famiglie N è invece composta da 7 dimensioni: N1, N2, N3, N4, N5, N6 ed N7. Il profilo della dimensione N1 è riportato in Figura 3.37, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.63 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.64. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 33.479.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
753	1113534-001	72	3.7	230	0.731	02-J77

Tabella 3.63: Informazioni dimensione N1

753	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	3.00	1.71	3.00	3.02
BFE	3.00	6.75	3.00	4.75
EFE.Z + 45	2.30	2.77	2.30	2.71

Tabella 3.64: Quote di architettura dello pneumatico dimensione N1

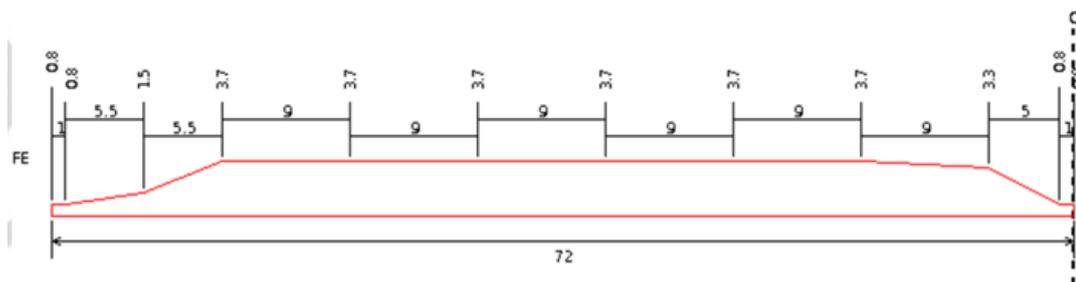


Figura 3.37: Profilo dimensione N1

Il profilo della dimensione N2 è riportato in Figura 3.38, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.65 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.66. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 15.910.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
450	1113534-001	72	4	210	0.579	02-L86

Tabella 3.65: Informazioni dimensione N2

450	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	4.00	8.01	4.00	7.27
BFE	3.00	2.01	3.00	2.83
EFE.Z + 30	2.00	2.73	2.00	2.71

Tabella 3.66: Quote di architettura dello pneumatico dimensione N2

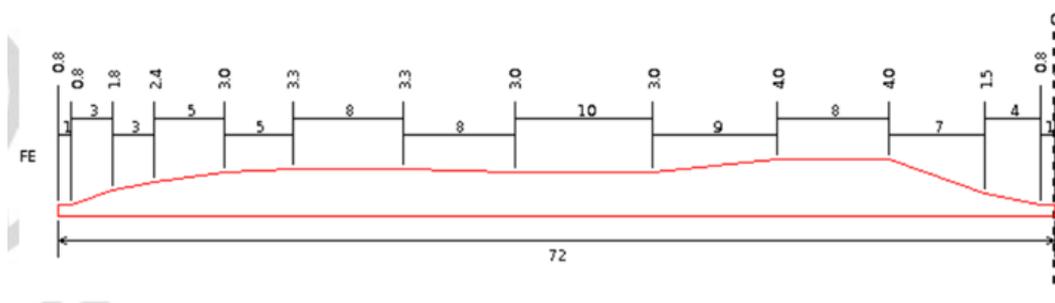


Figura 3.38: Profilo dimensione N2

Il profilo della dimensione N3 è riportato in Figura 3.39, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.67 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.68. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail, con un volume produttivo di pneumatici pari a 8.283.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
702	889206-002	78	3.5	226	0.672	02-J63

Tabella 3.67: Informazioni dimensione N3

702	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	3.00	5.36	3.00	6.83
BFE	3.00	5.53	3.00	4.83
EFE.Z + 42	2.30	2.04	2.30	2.05
EFE.Z + 55	2.20	2.40	2.20	2.55

Tabella 3.68: Quote di architettura dello pneumatico dimensione N3

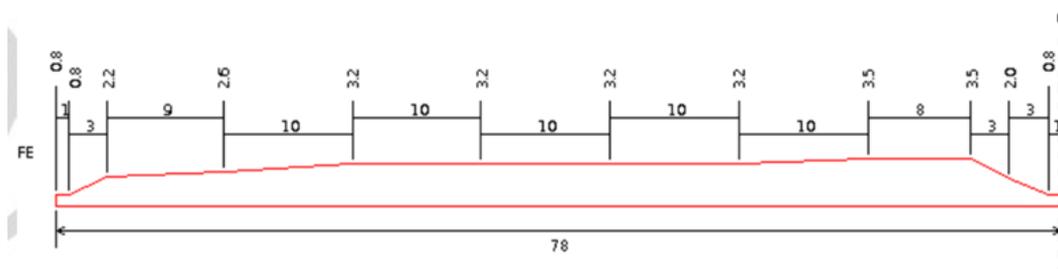


Figura 3.39: Profilo dimensione N3

Il profilo della dimensione N4 è riportato in Figura 3.40, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.69. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail, con un volume produttivo di pneumatici pari a 5.741.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
839	843073-002	76	3.5	201	0.679	02-J27

Tabella 3.69: Informazioni dimensione N4

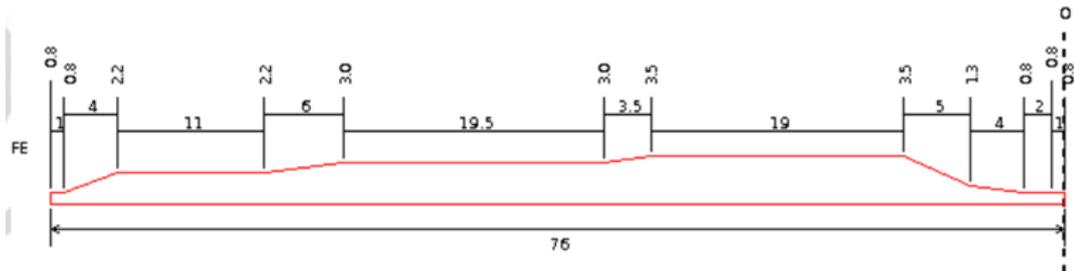


Figura 3.40: Profilo dimensione N4

Il profilo della dimensione N5 è riportato in Figura 3.41, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.70. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 1.632.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
715	971853-001	80	3.7	231	0.692	02-L19

Tabella 3.70: Informazioni dimensione N5

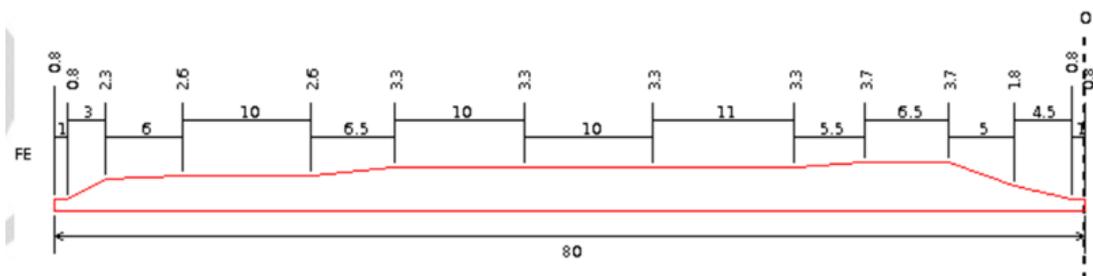


Figura 3.41: Profilo dimensione N5

Il profilo della dimensione N6 è riportato in Figura 3.42, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.71. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail, con un volume produttivo di pneumatici pari a 347.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
608	1281531-001	72	3.5	209	0.732	02-M62

Tabella 3.71: Informazioni dimensione N6

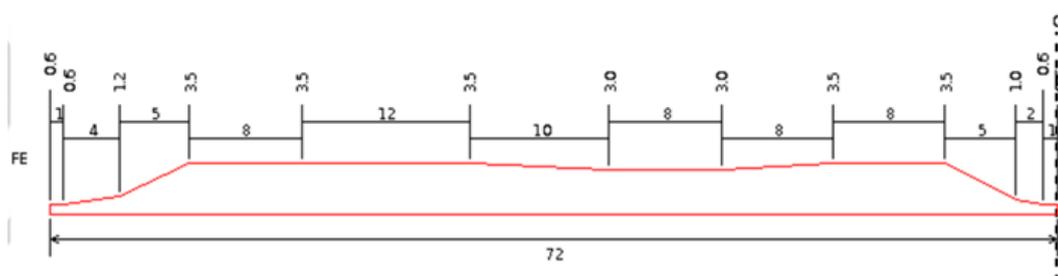


Figura 3.42: Profilo dimensione N6

Il profilo della dimensione N7 è riportato in Figura 3.43, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.72 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.73. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail, con un volume produttivo di pneumatici pari a 2.483.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
725	487766-004	81	3.9	275	0.877	02-K64

Tabella 3.72: Informazioni dimensione N7

725	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	3.00	1.42	3.00	1.53
BFE	3.00	7.80	3.00	6.71

Tabella 3.73: Quote di architettura dello pneumatico dimensione N7

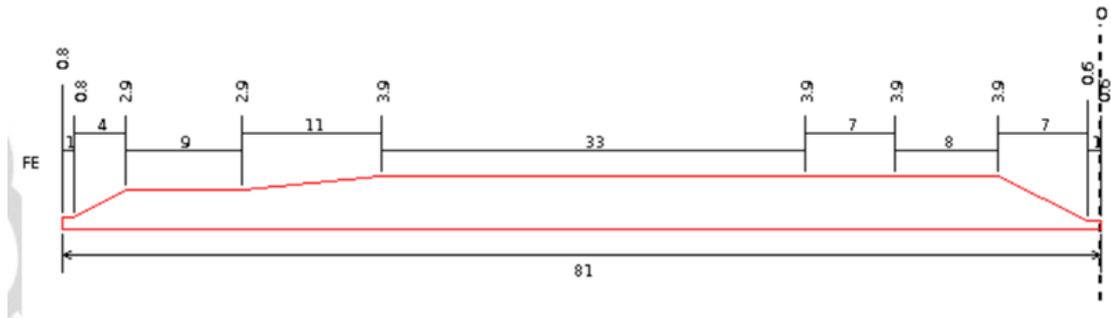


Figura 3.43: Profilo dimensione N7

La famiglia O è composta da 2 dimensioni: O1 ed O2. Il profilo della dimensione O1 è riportato in Figura 3.44, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.74. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 19.115.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
333	1327213-001	78	5.1	280	0.825	02-M80

Tabella 3.74: Informazioni dimensione O1

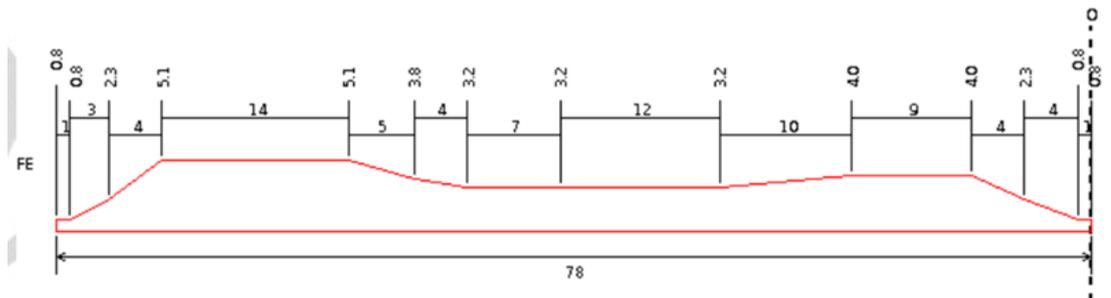


Figura 3.44: Profilo dimensione O1

Il profilo della dimensione O2 è riportato in Figura 3.45, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.75. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 16.768.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
330	271009-001	75	4.4	238	0.701	02-D94

Tabella 3.75: Informazioni dimensione O2

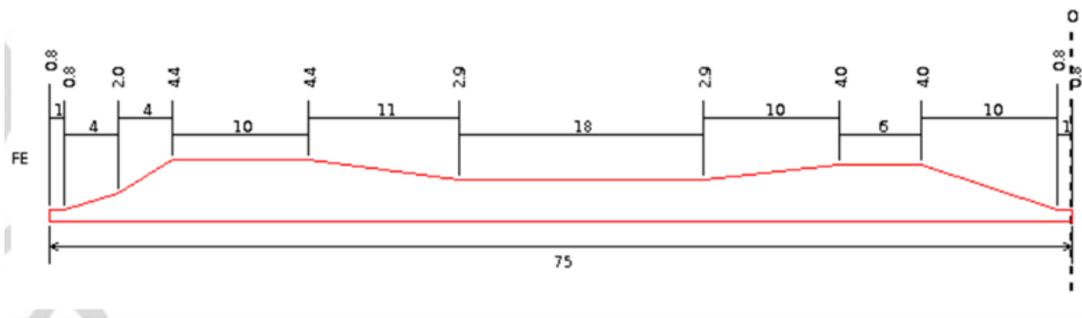


Figura 3.45: Profilo dimensione O2

Per quanto riguarda la famiglia P, è composta da 2 dimensioni: P1 ed P2. Il profilo della dimensione P1 è riportato in Figura 3.46, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.76 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.77. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 8.019.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
727	726415-002	74	4.4	241	0.769	02-K54

Tabella 3.76: Informazioni dimensione P1

727	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	7.00	10.24	7.00	9.97
BFE	3.00	6.03	3.00	6.14
EFE.J - 10	3.10	3.58	3.10	2.50

Tabella 3.77: Quote di architettura dello pneumatico dimensione P1

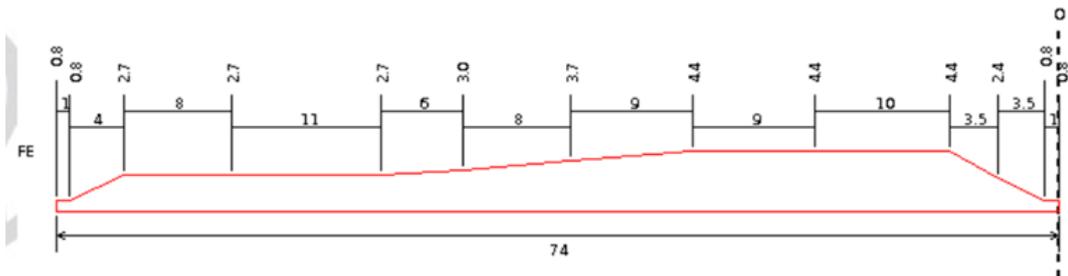


Figura 3.46: Profilo dimensione P1

Il profilo della dimensione P2 è riportato in Figura 3.47, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.78 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.79. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 2.598.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
716	1364450-002	74	4	221	0.706	02-M98

Tabella 3.78: Informazioni dimensione P2

716	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	4.00	7.18	4.00	6.58
BFE	3.00	6.08	3.00	4.90
EFE.J - 20	3.00	3.01	3.10	2.85

Tabella 3.79: Quote di architettura dello pneumatico dimensione P2

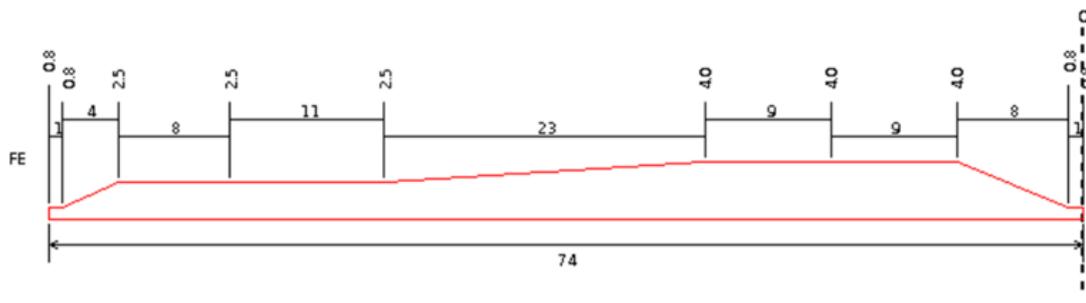


Figura 3.47: Profilo dimensione P2

La famiglia Q è composta da 2 dimensioni Q1 e Q2. Il profilo della dimensione Q1 è riportato in Figura 3.48, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.80. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 18.423.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
467	1291331-001	79	4.9	233	0.644	02-M71

Tabella 3.80: Informazioni dimensione Q1

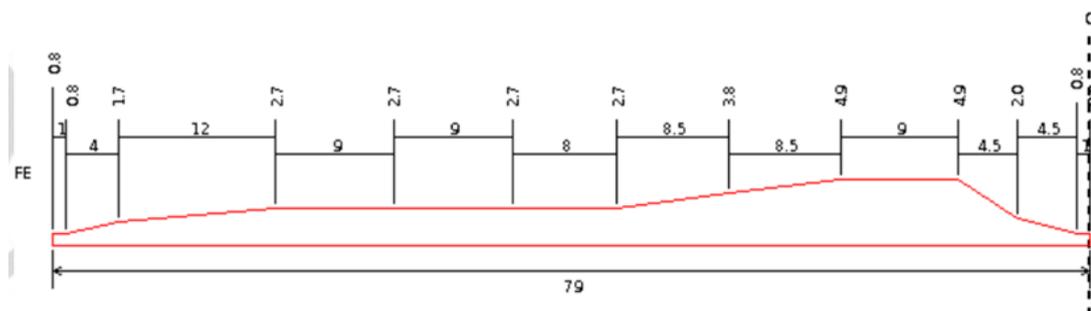


Figura 3.48: Profilo dimensione Q1

Il profilo della dimensione Q2 è riportato in Figura 3.49, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.81. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 2.509.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
552	1406366-001	74	4.9	224	0.709	02-N12

Tabella 3.81: Informazioni dimensione Q2

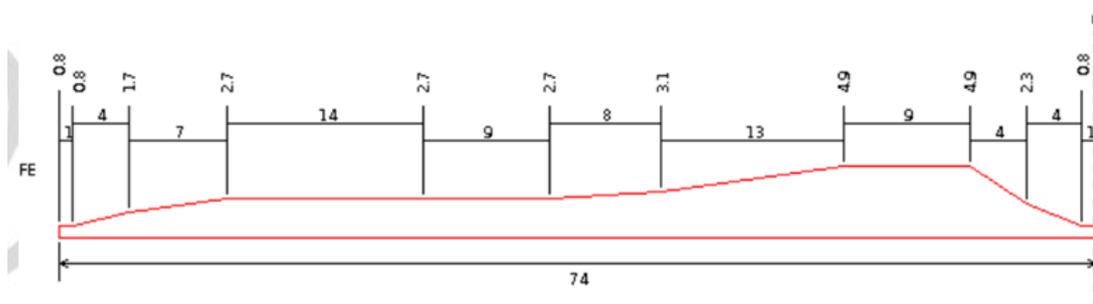


Figura 3.49: Profilo dimensione Q2

3.2.6 Con CJK e con larghezza $80 \text{ mm} < L < 90 \text{ mm}$

Le famiglie con larghezza compresa tra i 80 e gli 90 mm sono tre: S, T ed U. La famiglia S è composta dalle dimensioni S1 e S2. Il profilo della dimensione S1 è riportato in Figura 3.50, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.82 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.83. La seguente dimensione è classificata ‘Big Runner’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 227.061.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
528	824543-001	79	3.6	224	0.657	02-J19

Tabella 3.82: Informazioni dimensione S1

528	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	4.00	5.43	4.00	7.55
EFE.J - 11	2.20	2.33	2.20	2.23
EFE.Z + 20	3.50	4.07	3.50	3.61

Tabella 3.83: Quote di architettura dello pneumatico dimensione S1

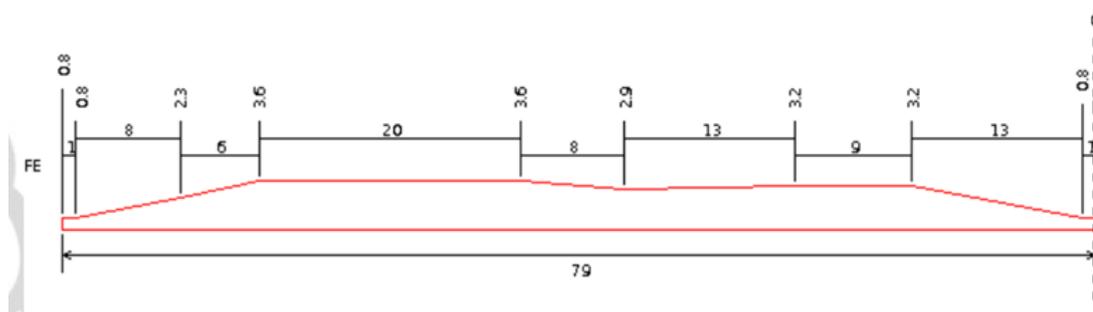


Figura 3.50: Profilo dimensione S1

Il profilo della dimensione S2 è riportato in Figura 3.51, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.84 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.85. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 31.994.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
807	598473-001	81	3.9	250	0.846	02-H44

Tabella 3.84: Informazioni dimensione S2

807	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	4.00	3.63	4.00	2.94
BFE	3.00	5.78	3.00	5.07
EFE.Z + 38	2.20	2.95	2.20	2.99

Tabella 3.85: Quote di architettura dello pneumatico dimensione S2

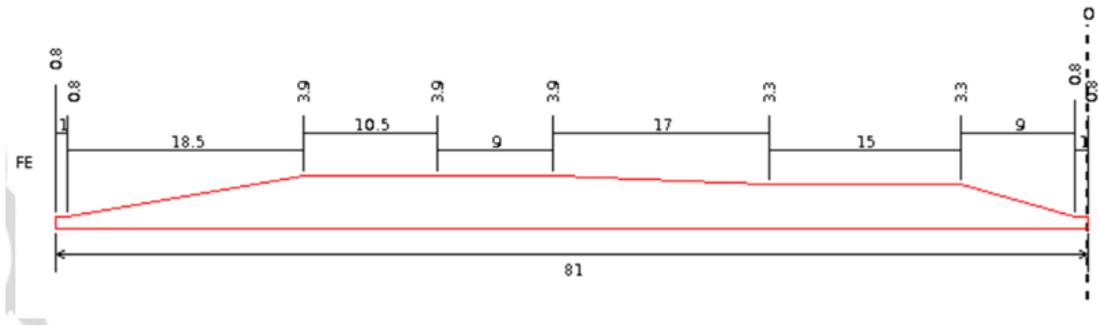


Figura 3.51: Profilo FE dimensione S2

La famiglia T è composta dalle dimensioni T1, T2 e T3. Il profilo della dimensione T1 è riportato in Figura 3.52, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.86 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.87. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 35.268.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
802	1253459-001	85	4.4	247	0.779	02-M47

Tabella 3.86: Informazioni dimensione T1

802	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	2.00	4.68	2.00	6.02
BFE	3.00	2.61	3.00	1.28
EFE.Z + 55	2.00	2.59	2.00	2.33

Tabella 3.87: Quote di architettura dello pneumatico dimensione T1

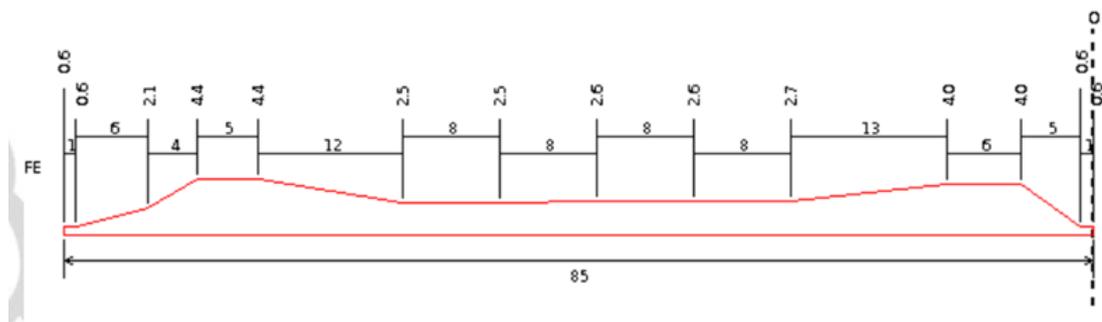


Figura 3.52: Profilo dimensione T1

Il profilo della dimensione T2 è riportato in Figura 3.53, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.88 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.89. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 34.078.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
718	803870-002	89	4.6	284	0.813	02-J04

Tabella 3.88: Informazioni dimensione T2

718	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	4.00	4.62	4.00	4.57
EFE.Z + 50	2.00	2.78	2.00	2.66

Tabella 3.89: Quote di architettura dello pneumatico dimensione T2

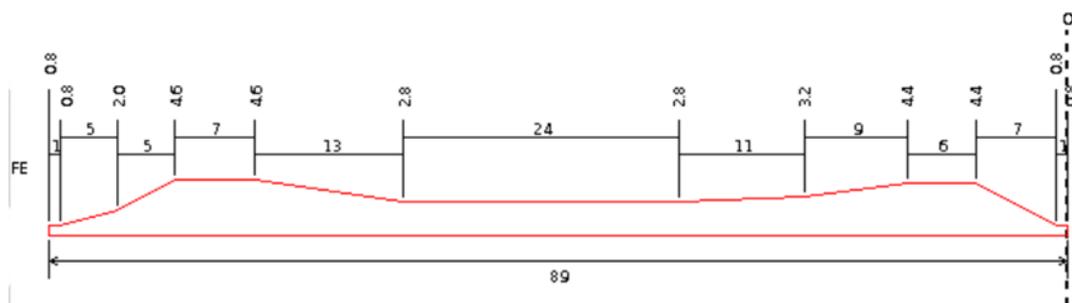


Figura 3.53: Profilo dimensione T2

Il profilo della dimensione T3 è riportato in Figura 3.54, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 90.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
855	863799-001	85	4.3	270	0.853	02-J46

Tabella 3.90: Informazioni dimensione T3

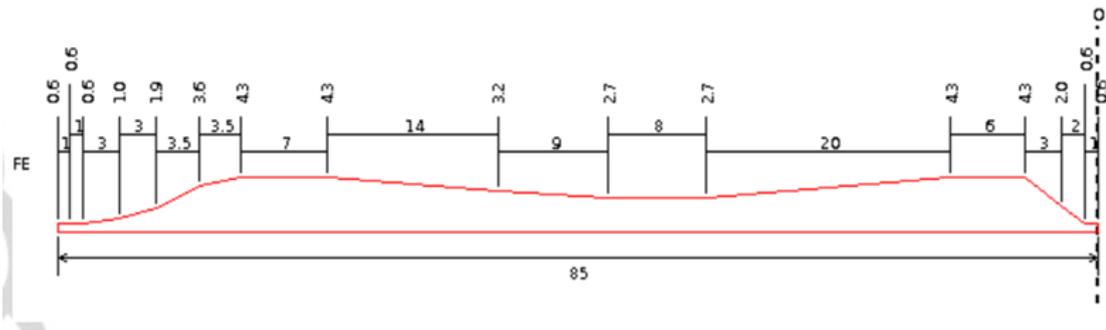


Figura 3.54: Profilo dimensione T3

La famiglia U è composta dalle dimensioni U1 e U2. Il profilo della dimensione U1 è riportato in Figura 3.55, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.91 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.92. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 30.264.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
455	1411027-001	89	4	292	0.804	02-N16

Tabella 3.91: Informazioni dimensione U1

455	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	4.00	6.38	4.00	6.49
EFE.J - 35	2.30	2.55	2.30	2.47

Tabella 3.92: Quote di architettura dello pneumatico dimensione U1

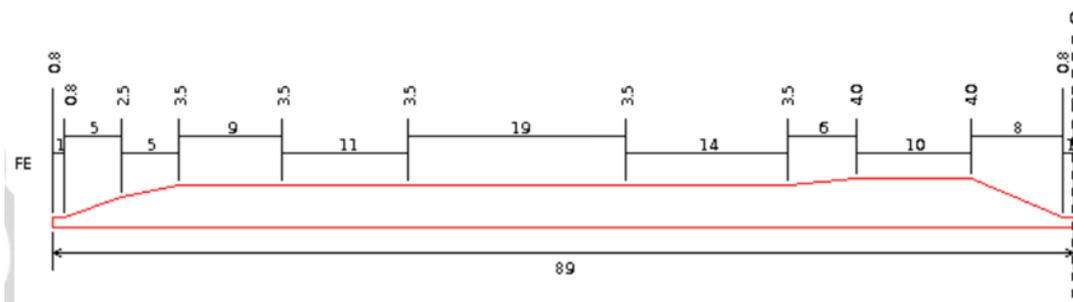


Figura 3.55: Profilo dimensione U1

Il profilo della dimensione U2 è riportato in Figura 3.56, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.93 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.94. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 25.803.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
829	1167496-007	91	4	285	0.950	02-L41

Tabella 3.93: Informazioni dimensione U2

829	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	2.00	2.91	2.00	5.13
BFE	3.00	5.33	3.00	4.75
EFE.Z + 55	2.00	2.55	2.00	2.41

Tabella 3.94: Quote di architettura dello pneumatico dimensione U2

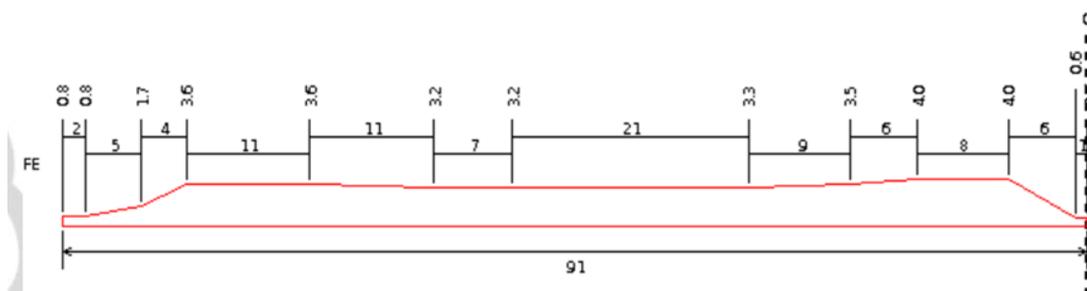


Figura 3.56: Profilo dimensione U2

3.2.7 Con CJK e con larghezza $90 \text{ mm} < L < 104 \text{ mm}$

Per quanto concerne famiglie con larghezza compresa tra i 90 e i 104 mm, vi sono le famiglie V, W e X. La famiglia V è composta da cinque dimensioni: V1, V2, V3, V4 e V5. Il profilo della dimensione V1 è riportato in Figura 3.57, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.95 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.96. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 24.814.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
879	864997-001	103	4.5	374	1.184	02-K22

Tabella 3.95: Informazioni dimensione V1

879	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	4.00	6.20	4.00	5.79
EFE.Z + 55	2.00	2.64	2.00	2.77

Tabella 3.96: Quote di architettura dello pneumatico dimensione V1

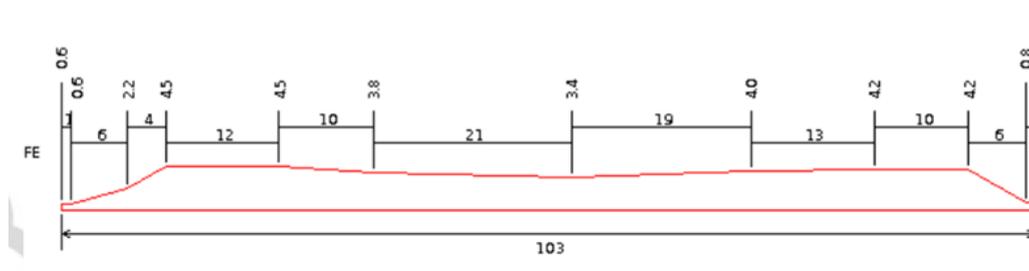


Figura 3.57: Profilo dimensione V1

Il profilo della dimensione V2 è riportato in Figura 3.58, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.97 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.98. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 13.663.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
684	1157566-001	93	4.8	293	1.025	02-L26

Tabella 3.97: Informazioni dimensione V2

684	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
EFE.Z + 50	2.00	2.43	2.00	2.27

Tabella 3.98: Quote di architettura dello pneumatico dimensione V2

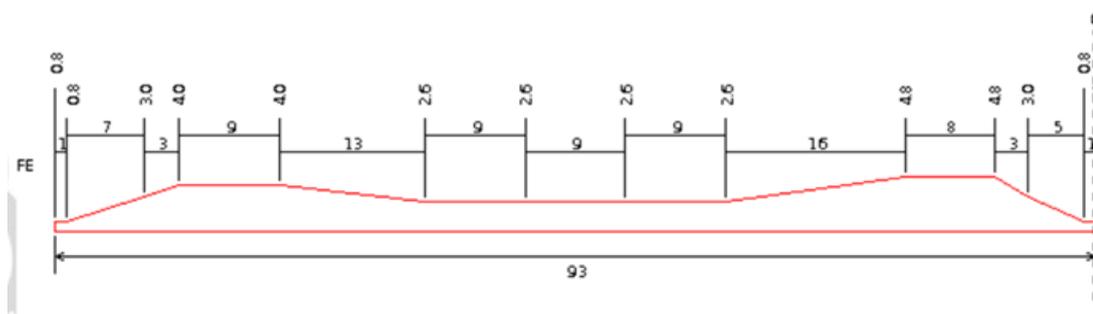


Figura 3.58: Profilo dimensione V2

Il profilo della dimensione V3 è riportato in Figura 3.59, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.99 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.100. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 7.257.

CAB	Dimensione	Gamma	Profilo FE	L	S	A
P	Lama					
513	1116280-001	104	4.2	341	1.006	02-L68

Tabella 3.99: Informazioni dimensione V3

879	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	7.00	9.86	7.00	8.19
BFE	3.00	6.22	3.00	4.27
EFE.J - 30	2.30	2.61	2.30	2.62
EFE.Z + 30	2.30	3.01	2.30	2.73

Tabella 3.100: Quote di architettura dello pneumatico dimensione V3

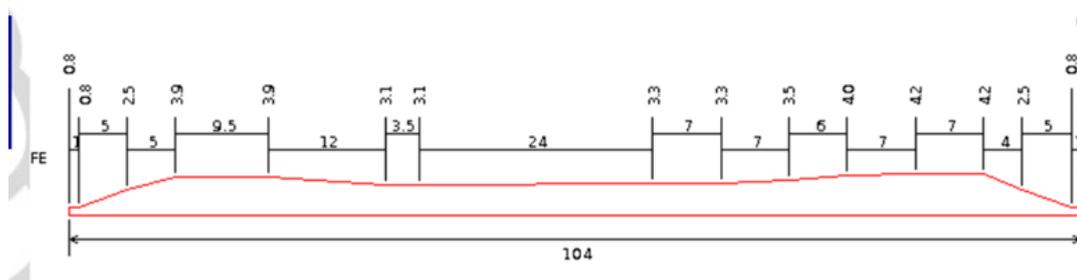


Figura 3.59: Profilo dimensione V3

Il profilo della dimensione V4 è riportato in Figura 3.60, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.101. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 3.578.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
825	1123942-001	98	4.4	308	1.028	02-L74

Tabella 3.101: Informazioni dimensione V4

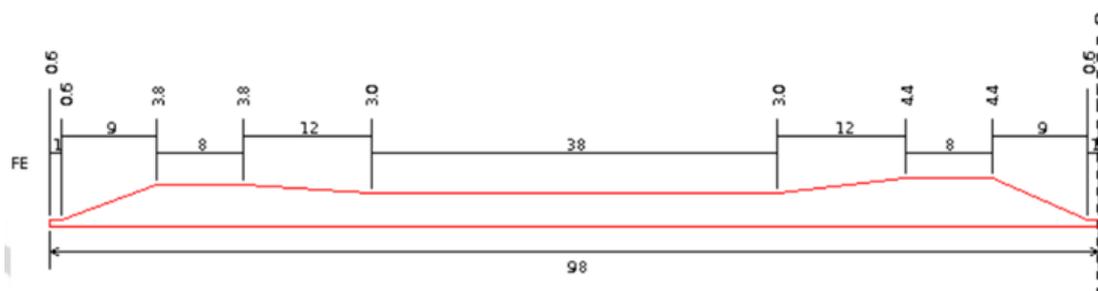


Figura 3.60: Profilo dimensione V4

Il profilo della dimensione V5 è riportato in Figura 3.61, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.102 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.103. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 806.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
325	1340246-001	100	4	317	0.873	02-M89

Tabella 3.102: Informazioni dimensione V5

325	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	5.00	7.48	5.00	7.88
BFE	3.00	2.04	3.00	1.66
EFE.J - 35	2.20	2.50	2.20	2.57
EFE.Z + 30	2.50	3.24	2.50	2.98

Tabella 3.103: Quote di architettura dello pneumatico dimensione V5

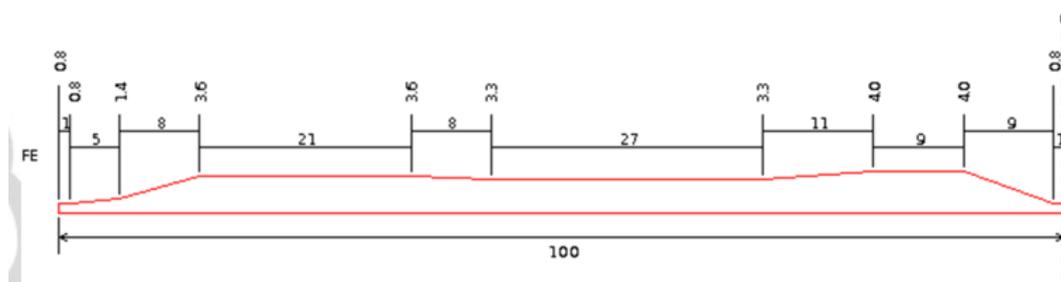


Figura 3.61: Profilo dimensione V5

La famiglia W è composta dalle dimensioni W1 e W2. Il profilo della dimensione W1 è riportato in Figura 3.62, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.104 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.105. La seguente dimensione è classificata ‘Semi Big Runner’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 45.911.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
304	895386-002	92	5.9	382	1.130	02-J64

Tabella 3.104: Informazioni dimensione W1

304	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	9.00	12.09	9.00	11.70
BFE	-5.00	-3.49	-5.00	-2.34

Tabella 3.105: Quote di architettura dello pneumatico dimensione W1

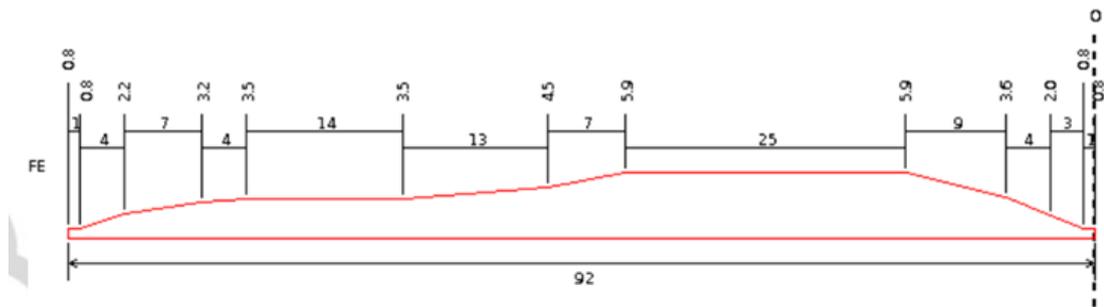


Figura 3.62: Profilo dimensione W1

Il profilo della dimensione W2 è riportato in Figura 3.63, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.106 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.107. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 13.784.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
332	1110551-001	95	6	391	1.087	02-L66

Tabella 3.106: Informazioni dimensione W2

332	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	11.00	14.14	11.00	13.77
BFE	-5.00	-1.39	-5.00	-1.92
EFE.J - 54	3.00	3.25	3.00	3.25

Tabella 3.107: Quote di architettura dello pneumatico dimensione W2

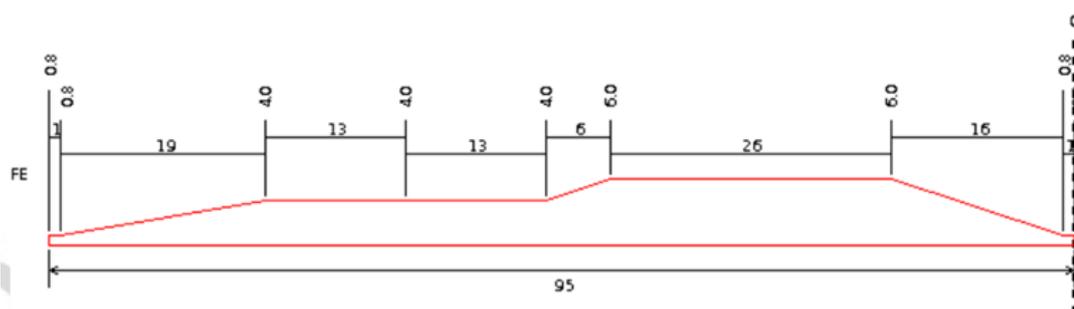


Figura 3.63: Profilo dimensione W2

La famiglia X è composta dalle dimensioni X1 e X2. Il profilo della dimensione X1 è riportato in Figura 3.64, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.108 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.109. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 9.384.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
502	1370654-001	104	5.5	406	1.202	02-M70

Tabella 3.108: Informazioni dimensione X1

502	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	3.00	3.38	3.00	5.57
EFE.Z + 60	2.20	2.39	2.20	2.31

Tabella 3.109: Quote di architettura dello pneumatico dimensione X1

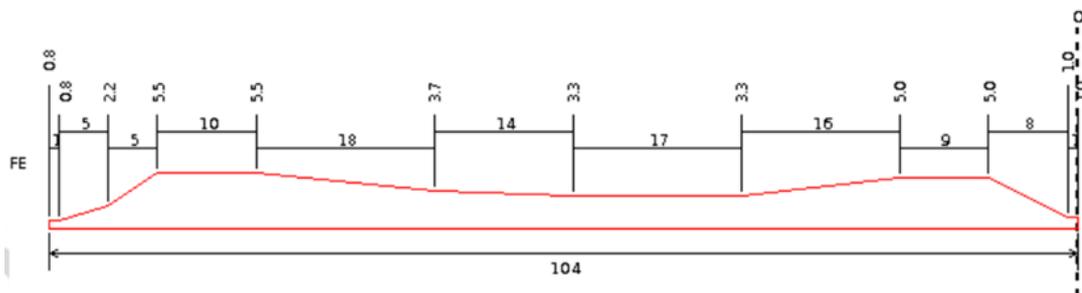


Figura 3.64: Profilo dimensione X1

Il profilo della dimensione X2 è riportato in Figura 3.65, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.110 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.111. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 2.368.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
509	1310285-001	96	5.6	331	0.975	02-M76

Tabella 3.110: Informazioni dimensione X2

509	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	3.00	3.36	3.00	3.09
EFE.J - 35	2.30	2.40	2.30	2.31
EFE.Z + 37	2.50	2.80	2.50	2.59

Tabella 3.111: Quote di architettura dello pneumatico dimensione X2

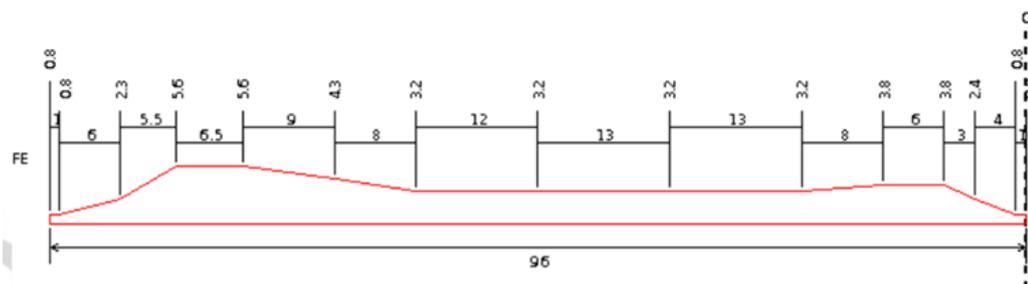


Figura 3.65: Profilo dimensione X2

3.3 Mescola 25687

Come per la mescola precedente, per ogni dimensione di pneumatico, verranno riportate le seguenti informazioni:

- Codice identificativo della dimensione all'interno della famiglia;
- Codice a barre (CAB);
- Codice profilo fianco esterno (FE-profilo);
- Larghezza (L), spessore (S) in millimetri e sezione del profilo (A) ;
- Peso del prodotto (P) in Kilogrammi;
- Codice identificativo lama;
- Le quote di architettura dello pneumatico, ove disponibili.

3.3.1 Con CJK e con larghezza $L < 50$ mm

L'unica famiglia con la mescola 25687 e larghezza inferiore ai 50 mm è la famiglia AA, caratterizzata dalle dimensioni AA1 e AA2. Il profilo della dimensione AA1 è riportato in Figura 3.66, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.112 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.113. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 24.134.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
605	1352023-001	38	6	150	0.450	02-G57

Tabella 3.112: Informazioni dimensione AA1

605	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	3.00	3.82	3.00	3.77
EFE.Z + 22	3.00	4.36	3.00	3.41
EFECJK.Z + 30	1.80	1.42	1.80	2.04

Tabella 3.113: Quote di architettura dello pneumatico dimensione AA1

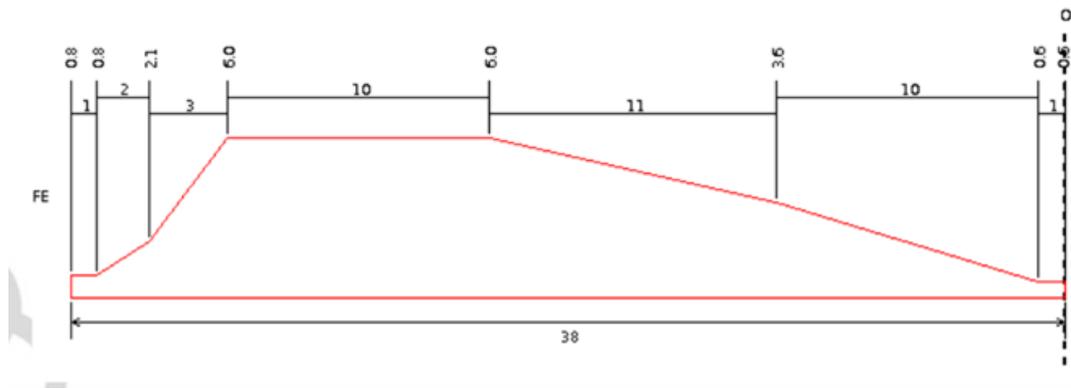


Figura 3.66: Profilo dimensione AA1

Il profilo della dimensione AA2 è riportato in Figura 3.67, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.114 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.115. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 5.890.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
655	1290577-001	41	5.5	101	0.384	02-M55

Tabella 3.114: Informazioni dimensione AA2

655	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	1.00	3.30	1.00	2.07
EFE.J - 11	2.10	1.98	2.10	2.46
EFECJK.Z + 33	2.40	2.33	2.40	2.59

Tabella 3.115: Quote di architettura dello pneumatico dimensione AA2

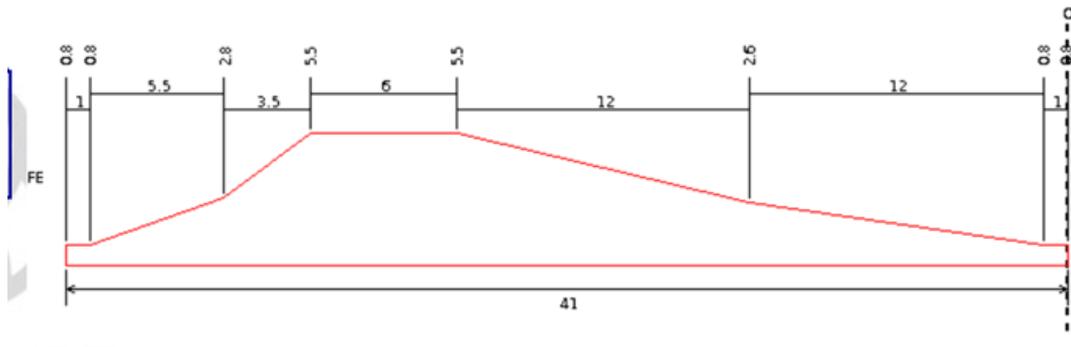


Figura 3.67: Profilo dimensione AA2

3.3.2 Con CJK e con larghezza $50 \text{ mm} < L < 60 \text{ mm}$

L'unica famiglia con la mescola 25687 e larghezza compresa tra i 50 e i 60 mm è la famiglia BB, caratterizzata dalle dimensioni: BB1, BB2, BB3, BB4 e BB5. Il profilo della dimensione BB1 è riportato in Figura 3.68, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.116. La seguente dimensione è classificata 'Semi Big Runner', con un volume produttivo di pneumatici pari a 40.301.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
765	1461317-001	53	3.8	149	0.447	02-N39

Tabella 3.116: Informazioni dimensione BB1

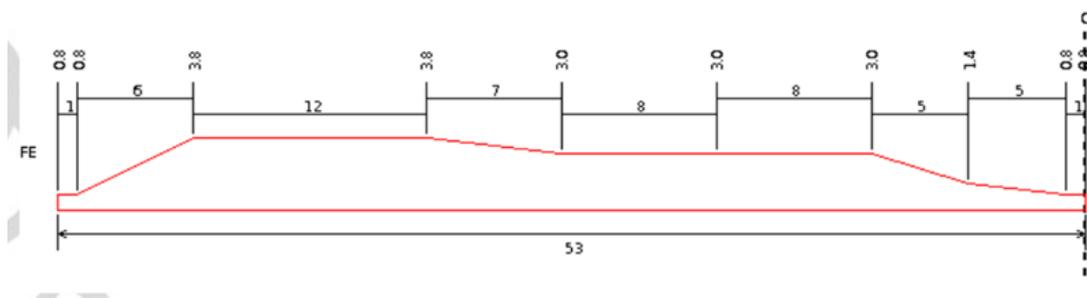


Figura 3.68: Profilo dimensione BB1

Il profilo della dimensione BB2 è riportato in Figura 3.69, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.117 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.118. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 13.368.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
642	985606-001	57	5	189	0.622	02-J54

Tabella 3.117: Informazioni dimensione BB2

642	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	4.00	7.26	4.00	6.77
BFE	3.00	-0.84	3.00	0.84
EFE.Z + 35	2.60	2.91	2.60	2.87

Tabella 3.118: Quote di architettura dello pneumatico dimensione BB2

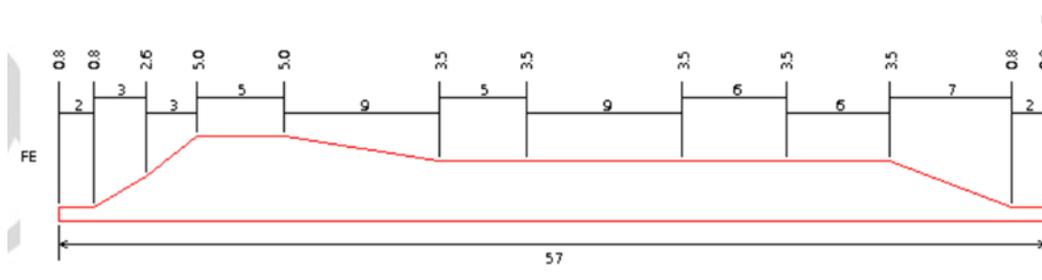


Figura 3.69: Profilo dimensione BB2

Il profilo della dimensione BB3 è riportato in Figura 3.70, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.119 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.120. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 2.244.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
681	964324-001	54	4.6	177	0.587	02-L16

Tabella 3.119: Informazioni dimensione BB3

681	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	4.00	5.49	4.00	2.82
EFE.Z + 35	2.00	2.73	2.00	2.17

Tabella 3.120: Quote di architettura dello pneumatico dimensione BB3

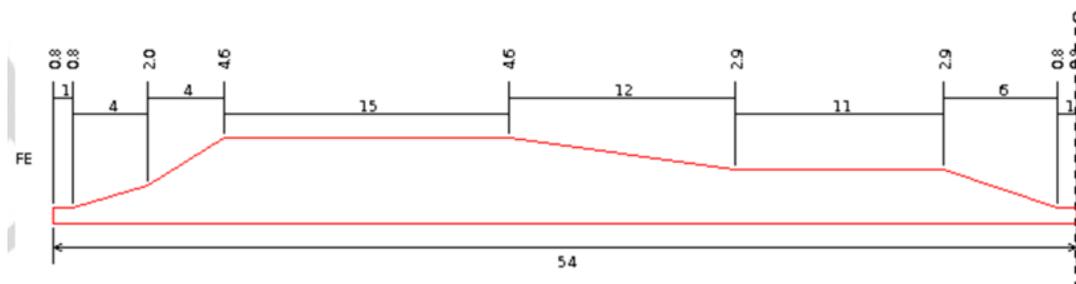


Figura 3.70: Profilo dimensione BB3

Il profilo della dimensione BB4 è riportato in Figura 3.71, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.121 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.122. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 2.600.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
614	992822-001	61	5.6	225	0.746	02-L32

Tabella 3.121: Informazioni dimensione BB4

614	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	6.00	6.98	6.00	5.84
EFE.Z + 40	2.20	2.38	2.20	2.24

Tabella 3.122: Quote di architettura dello pneumatico dimensione BB4

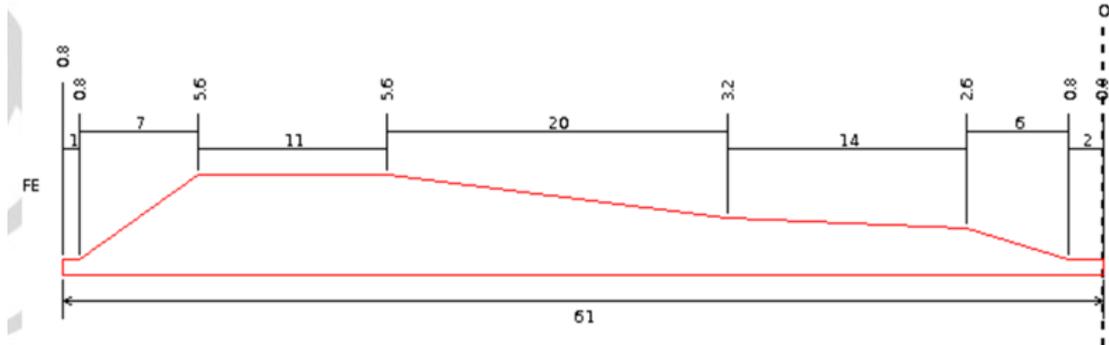


Figura 3.71: Profilo dimensione BB4

Il profilo della dimensione BB5 è riportato in Figura 3.72, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.123 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.124. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 683.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
872	1448964-001	51	3.7	147	0.465	02-N29

Tabella 3.123: Informazioni dimensione BB5

872	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	-2.00	-0.23	-2.00	0.33
EFE.J - 20	2.30	2.59	2.30	2.45

Tabella 3.124: Quote di architettura dello pneumatico dimensione BB5

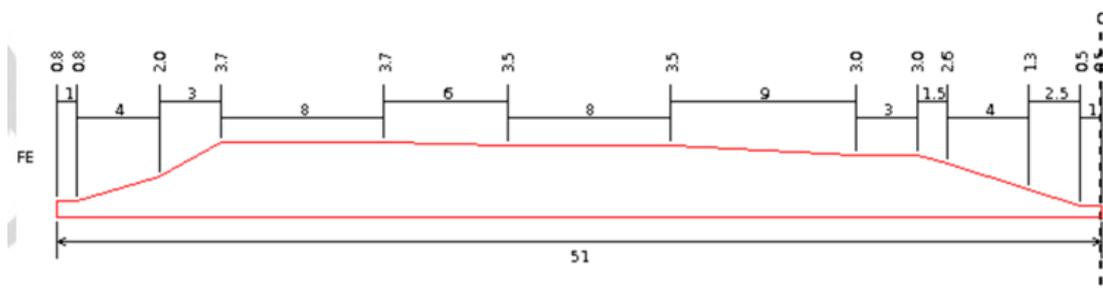


Figura 3.72: Profilo dimensione BB5

3.3.3 Con CJK e con larghezza $70 \text{ mm} < L < 80 \text{ mm}$

Per quanto concerne le famiglie con larghezza compresa tra i 70 e gli 80 mm, ve ne sono quattro: DD, EE, FF, GG. La famiglia DD è a sua volta composta da cinque dimensioni, quali DD1, DD2, DD3, DD4 e DD5. Per quanto riguarda la dimensione DD1, il suo profilo è riportato in Figura 3.73, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.125 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.126. La seguente dimensione è classificata ‘Big Runner’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 129.804.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
447	1334293-001	75	3.2	208	0.543	02-K80

Tabella 3.125: Informazioni dimensione DD1

447	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	4.00	5.12	4.00	4.03
EFE.J - 20	2.10	2.51	2.10	2.42

Tabella 3.126: Quote di architettura dello pneumatico dimensione DD1

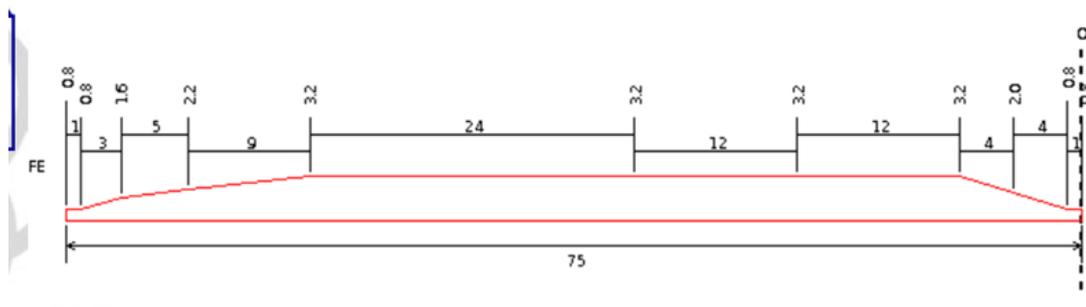


Figura 3.73: Profilo dimensione DD2

Il profilo della dimensione DD2 è riportato in Figura 3.74, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.127 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.128. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 31.656.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
760	858767-001	75	3.3	184	0.512	02-J40

Tabella 3.127: Informazioni dimensione DD2

760	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
BFE	3.00	4.35	3.00	4.95
EFE.Z + 5	2.10	2.14	2.10	2.08

Tabella 3.128: Quote di architettura dello pneumatico dimensione DD2

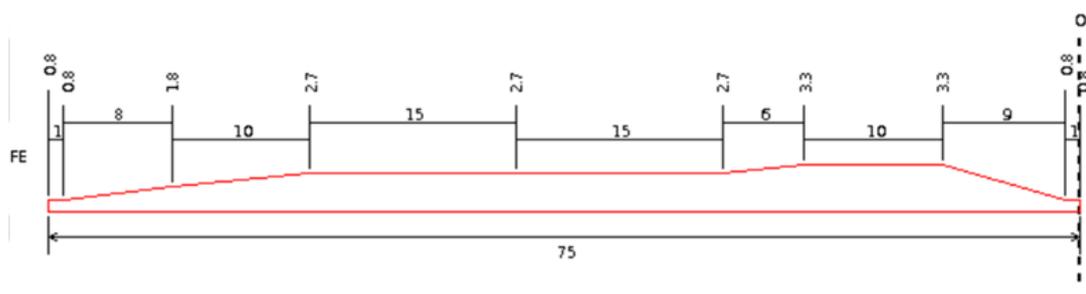


Figura 3.74: Profilo dimensione DD2

Il profilo della dimensione DD3 è riportato in Figura 3.75, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.129 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.130. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 25.619.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
720	952009-002	71	3.5	194	0.581	02-H02

Tabella 3.129: Informazioni dimensione DD3

720	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	2.00	2.37	2.00	3.89
BFE	3.00	4.75	3.00	2.40
EFE.Z + 20	2.00	2.92	2.00	2.96
EFE.Z + 40	1.90	2.47	1.90	2.39
EFE.Z + 50	1.60	1.90	1.60	1.60
EFE.Z + 55	2.70	2.59	2.70	2.42

Tabella 3.130: Quote di architettura dello pneumatico dimensione DD3

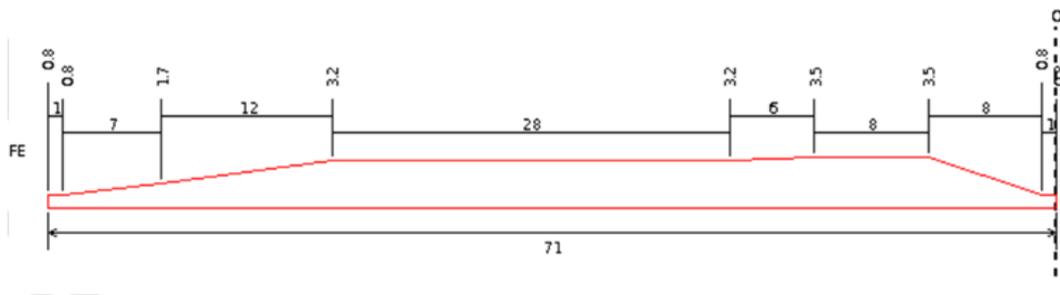


Figura 3.75: Profilo dimensione DD3

Il profilo della dimensione DD4 è riportato in Figura 3.76, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.131 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.132. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 11.455.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
690	1239362-001	68	3.4	124	0.575	02-M39

Tabella 3.131: Informazioni dimensione DD4

690	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	5.00	6.32	5.00	3.31
EFE.Z + 20	2.50	2.91	2.50	2.79
EFE.J - 20	2.40	2.58	2.40	2.41

Tabella 3.132: Quote di architettura dello pneumatico dimensione DD4

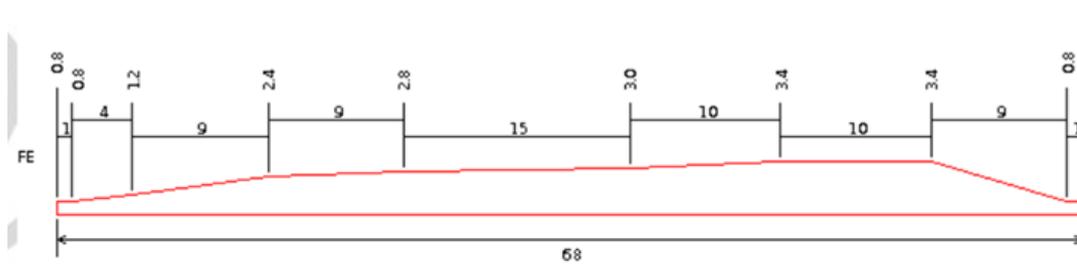


Figura 3.76: Profilo dimensione DD4

Il profilo della dimensione DD5 è riportato in Figura 3.77, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.133 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.134. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 7.119.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
622	1236868-001	74	3.4	182	0.604	02-M37

Tabella 3.133: Informazioni dimensione DD5

690	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	8.00	10.29	8.00	8.55
EFE.Z + 20	2.50	2.54	2.50	2.37
EFE.J - 20	2.30	2.63	2.30	2.49

Tabella 3.134: Quote di architettura dello pneumatico dimensione DD5

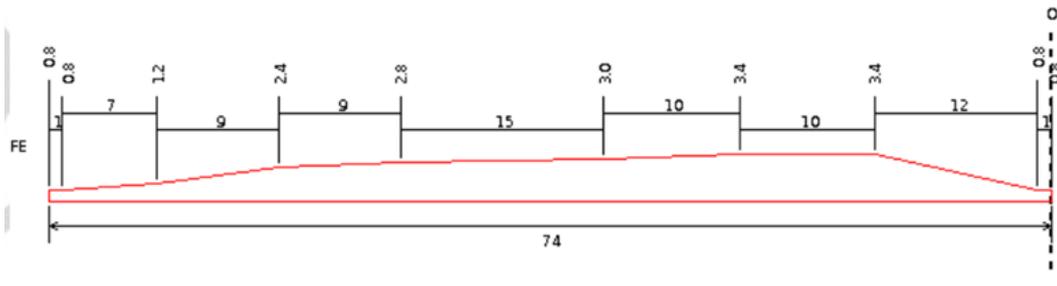


Figura 3.77: Profilo dimensione DD5

La famiglia EE è invece composta da quattro dimensioni: EE1, EE2, EE3 e EE4. Il profilo della dimensione EE1 è riportato in Figura 3.78, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.135 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.136. La seguente dimensione è classificata 'Big Runner', con un volume produttivo di pneumatici pari a 274.595.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
669	858043-001	76	3.6	203	0.609	02-J39

Tabella 3.135: Informazioni dimensione EE1

669	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	3.00	4.24	3.00	4.66
BFE	3.00	2.64	3.00	1.61
EFE.Z + 40	2.00	2.49	2.00	2.32

Tabella 3.136: Quote di architettura dello pneumatico dimensione EE1

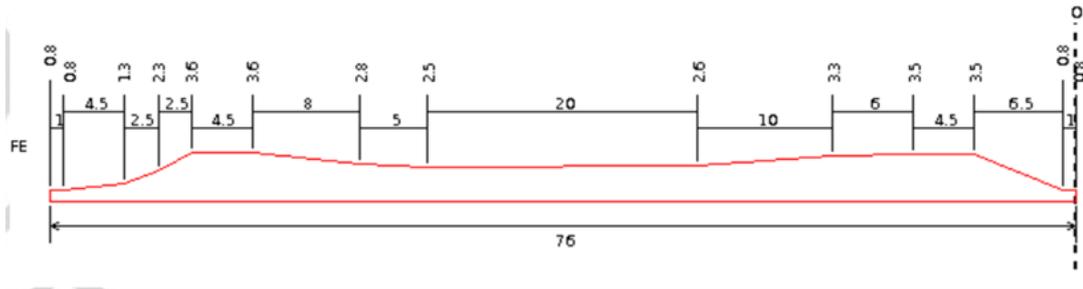


Figura 3.78: Profilo dimensione EE1

Il profilo della dimensione EE2 è riportato in Figura 3.79, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.137. La seguente dimensione è classificata ‘ Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 6.842.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
697	1455018-001	70	3.8	207	0.616	02-J42

Tabella 3.137: Informazioni dimensione EE2

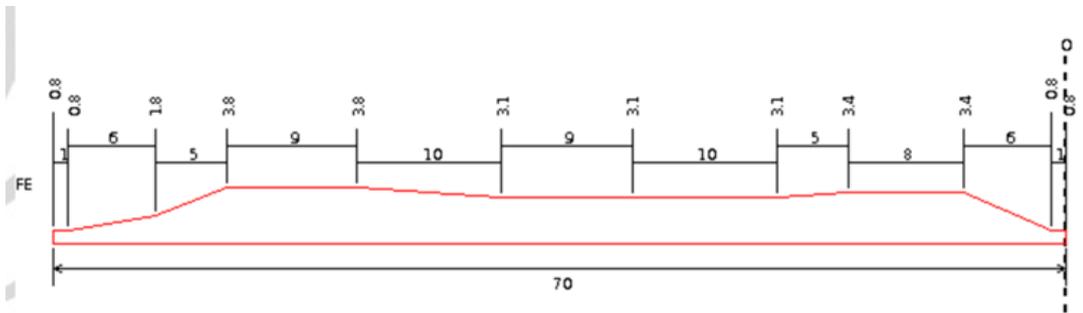


Figura 3.79: Profilo dimensione EE2

Il profilo della dimensione EE3 è riportato in Figura 3.80, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.138. La seguente dimensione è classificata ‘ Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 5.065.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
774	1228404-002	76	3.7	208	0.576	02-M23

Tabella 3.138: Informazioni dimensione EE3

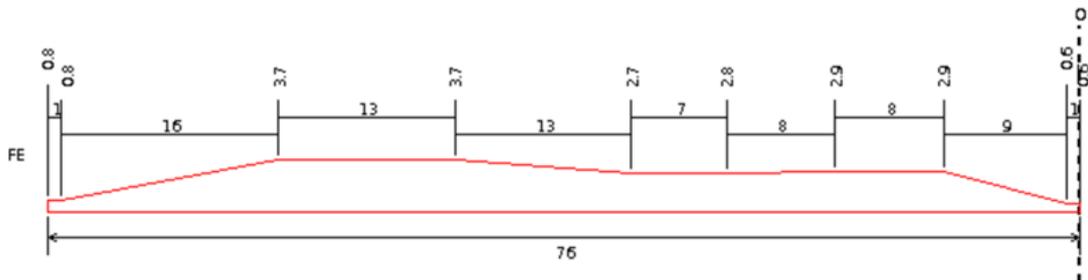


Figura 3.80: Profilo dimensione EE3

Il profilo della dimensione EE4 è riportato in Figura 3.81, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.139 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.140. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 1.522.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
600	1249763-003	71	3.6	191	0.631	02-M43

Tabella 3.139: Informazioni dimensione EE4

600	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	8.00	6.66	8.00	5.49
EFE.J - 23	2.20	2.49	2.20	2.44

Tabella 3.140: Quote di architettura dello pneumatico dimensione EE4

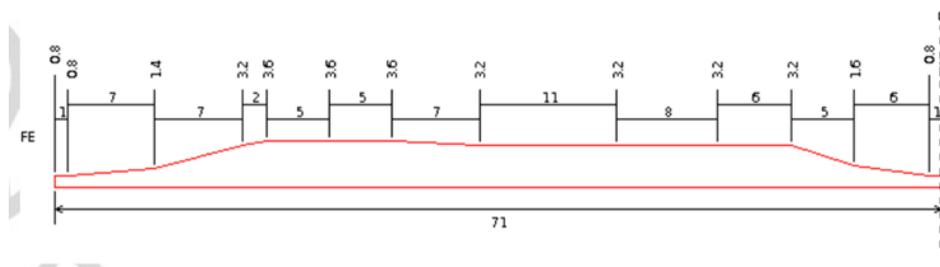


Figura 3.81: Profilo dimensione EE4

La famiglia FF è caratterizzata da tre dimensioni: FF1, FF2, e FF3. Il profilo della dimensione FF1 è riportato in Figura 3.82, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.141 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.142. La seguente dimensione è classificata ‘Big Runner’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 274.595.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
733	1435273-001	76	4	224	0.671	02-N19

Tabella 3.141: Informazioni dimensione FF1

733	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	3.00	4.24	3.00	4.66
BFE	3.00	2.64	3.00	1.61
EFE.Z + 40	2.00	2.49	2.00	2.32

Tabella 3.142: Quote di architettura dello pneumatico dimensione FF1

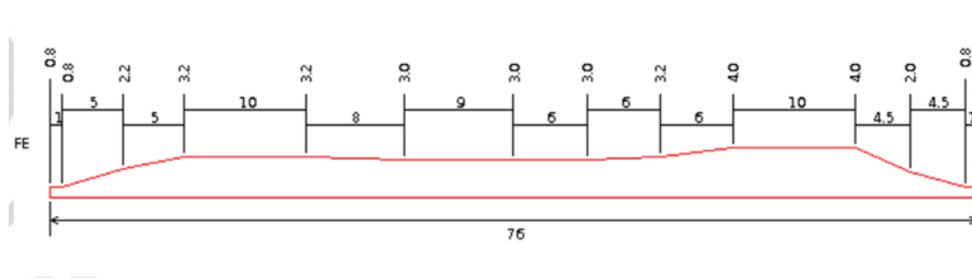


Figura 3.82: Profilo dimensione FF1

Il profilo della dimensione FF2 è riportato in Figura 3.83, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.143 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.144. La seguente dimensione è classificata ‘Big Runner’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 259.876.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
308	1401870-001	72	3.5	195	0.540	02-N08

Tabella 3.143: Informazioni dimensione FF2

308	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	4.00	4.95	4.00	6.09
BFE	3.00	2.46	3.00	1.37
EFE.Z + 25	2.60	2.56	2.60	2.40
EFE.Z + 43	2.00	2.40	2.00	2.21

Tabella 3.144: Quote di architettura dello pneumatico dimensione FF2

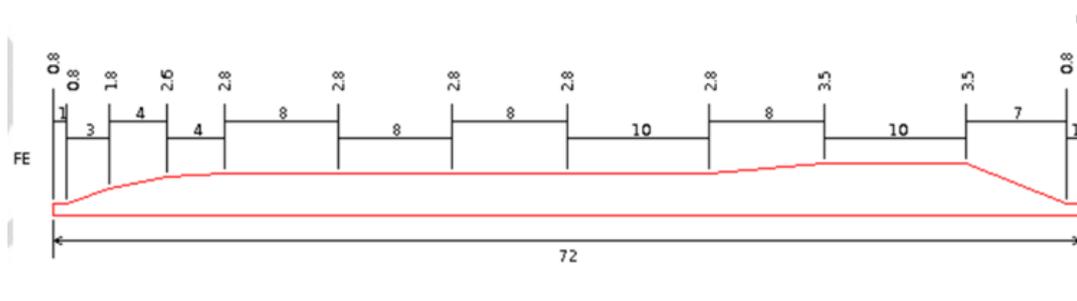


Figura 3.83: Profilo dimensione FF2

Il profilo della dimensione FF3 è riportato in Figura 3.84, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.145 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.146. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 2.318.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
301	1119541-001	72	3.3	199	0.551	02-L70

Tabella 3.145: Informazioni dimensione FF3

301	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	4.00	9.10	4.00	8.37
BFE	3.00	2.02	3.00	2.44
EFE.Z + 30	2.60	3.19	2.60	2.55

Tabella 3.146: Quote di architettura dello pneumatico dimensione FF3

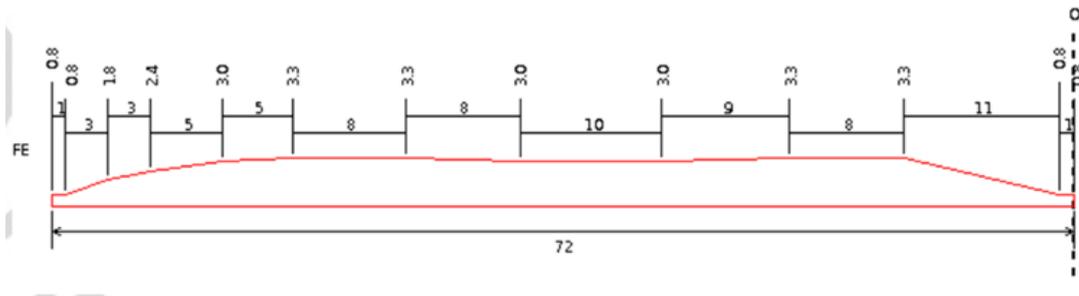


Figura 3.84: Profilo dimensione FF3

La famiglia GG è composta dalle dimensioni GG1 e GG2. Il profilo della dimensione GG1 è riportato in Figura 3.85, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.147 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.148. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 16.768.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
306	1401804-001	75	4.9	282	0.783	02-N05

Tabella 3.147: Informazioni dimensione GG1

306	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	2.60	3.13	2.60	4.64
EFE.Z + 30	2.10	2.86	2.10	2.92
EFE.Z + 40	2.60	2.73	2.60	2.43

Tabella 3.148: Quote di architettura dello pneumatico dimensione GG1

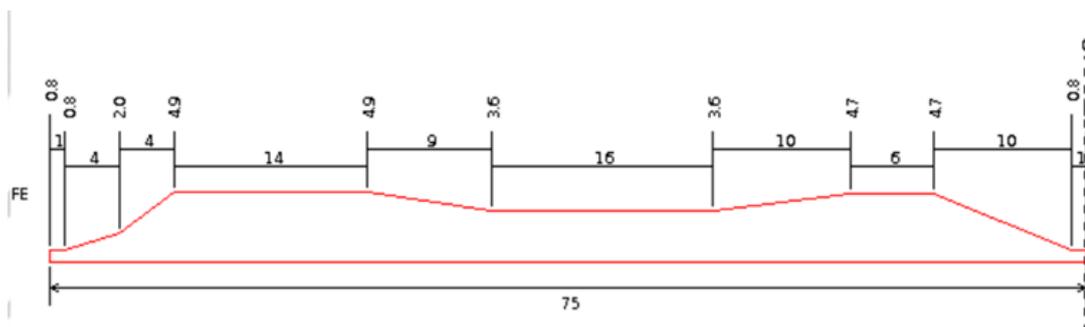


Figura 3.85: Profilo dimensione GG1

Il profilo della dimensione GG2 è riportato in Figura 3.86, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.149 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.150. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 6.477.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
821	1018427-002	79	5	264	0.832	02-L50

Tabella 3.149: Informazioni dimensione GG2

821	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	4.00	4.90	4.00	5.81
EFE.Z + 45	2.00	2.58	2.00	2.27

Tabella 3.150: Quote di architettura dello pneumatico dimensione GG2

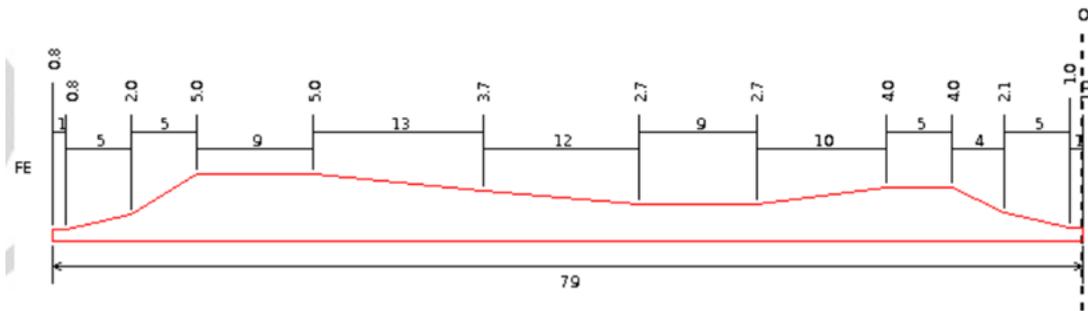


Figura 3.86: Profilo dimensione GG2

3.3.4 Con CJK e con larghezza $80 \text{ mm} < L < 90 \text{ mm}$

Le famiglie con larghezza compresa tra gli 80 e i 90 mm sono quattro: HH, II, JJ e KK. La famiglia HH è composta da tre dimensioni, quali HH1, HH2 e HH3. Il profilo della dimensione HH1 è riportato in Figura 3.87, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.151 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.152. La seguente dimensione è classificata ‘Big Runner’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 122.091.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
392	1406134-001	86	4	281	0.733	02-N11

Tabella 3.151: Informazioni dimensione HH1

392	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	6.00	7.03	6.00	6.57
EFE.J - 20	2.50	2.90	2.50	2.81
EFE.J - 50	2.50	2.87	2.50	2.76

Tabella 3.152: Quote di architettura dello pneumatico dimensione HH1

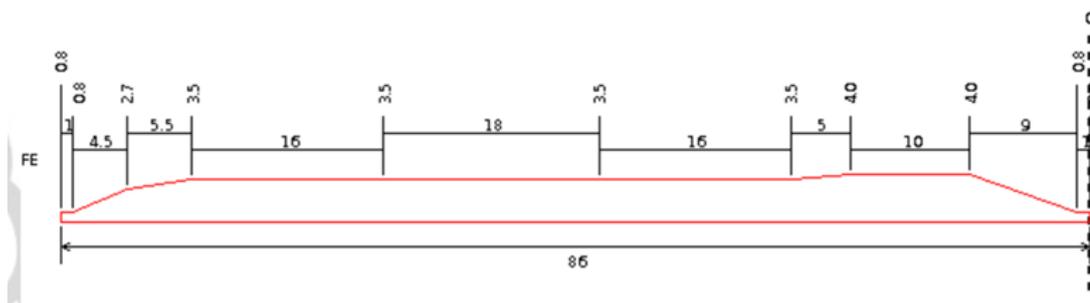


Figura 3.87: Profilo dimensione HH1

Il profilo della dimensione HH2 è riportato in Figura 3.88, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.153 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.154. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 23.438.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
831	1033774-004	80	3.6	238	0.743	02-L56

Tabella 3.153: Informazioni dimensione HH2

831	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	5.00	5.20	5.00	5.90
EFE.Z + 50	2.60	2.72	2.60	2.58

Tabella 3.154: Quote di architettura dello pneumatico dimensione HH2

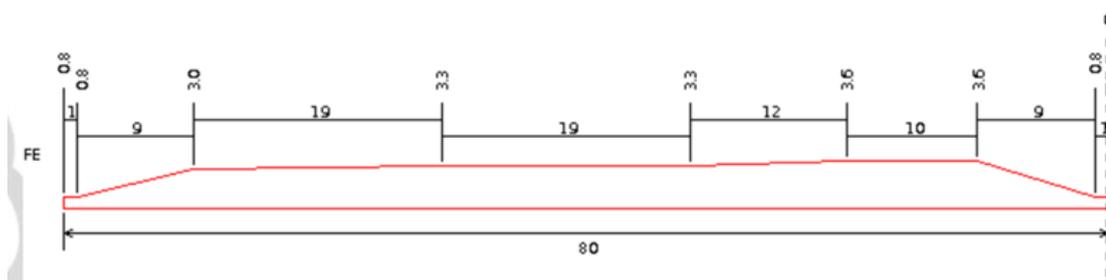


Figura 3.88: Profilo dimensione HH2

Il profilo della dimensione HH3 è riportato in Figura 3.89, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.155 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.156. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 13.993.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
414	1033774-004	82	3.8	229	0.636	02-N40

Tabella 3.155: Informazioni dimensione HH3

414	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	3.00	6.96	3.00	5.29
EFE.Z + 55	2.00	2.49	2.00	2.34

Tabella 3.156: Quote di architettura dello pneumatico dimensione HH3

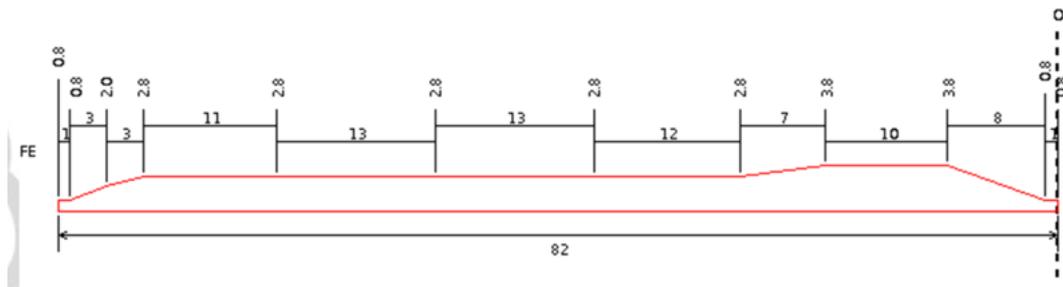


Figura 3.89: Profilo dimensione HH3

La famiglia II è composta da cinque dimensioni, quali II1, II1, II3, II4 e II5. Il profilo della dimensione II1 è riportato in Figura 3.90, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.157 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.158. La seguente dimensione è classificata ‘Semi Big Runner’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 53.995.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
526	1414596-001	84	3.4	227	0.629	02-L76

Tabella 3.157: Informazioni dimensione II1

526	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	8.00	10.82	8.00	11.44
EFE.J - 11	2.40	2.52	2.40	2.47
EFE.Z + 20	2.50	3.39	2.50	3.10
EFE.Z + 35	2.30	2.55	2.30	2.66

Tabella 3.158: Quote di architettura dello pneumatico dimensione II1

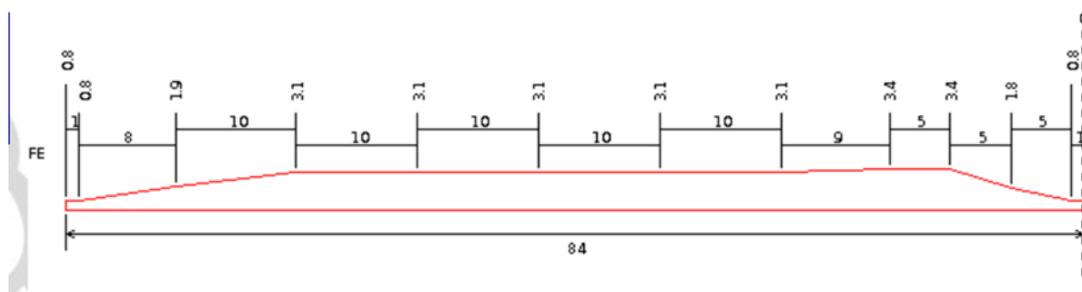


Figura 3.90: Profilo dimensione II1

Il profilo della dimensione II2 è riportato in Figura 3.91, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.159 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.160. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 20.246.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
870	876285-001	89	3.5	248	0.740	02-J22

Tabella 3.159: Informazioni dimensione II2

526	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	6.00	5.24	6.00	5.56
EFE.J - 29	2.10	2.53	2.10	2.36
EFE.Z + 17	3.10	3.56	3.10	3.35

Tabella 3.160: Quote di architettura dello pneumatico dimensione II2

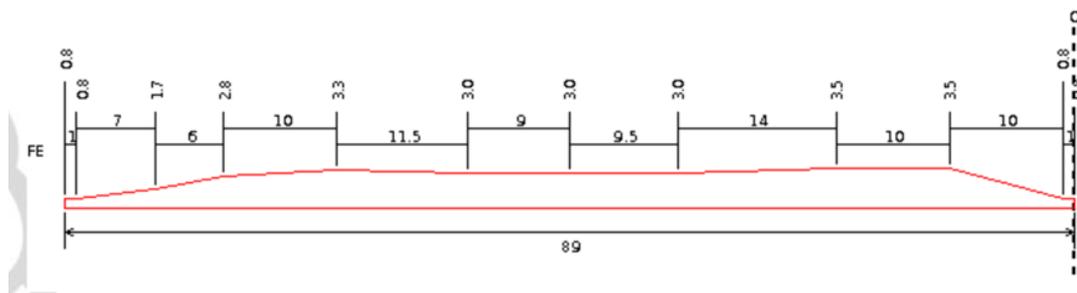


Figura 3.91: Profilo dimensione II2

Il profilo della dimensione II3 è riportato in Figura 3.92, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.161 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.162. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 15.813.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
322	849899-001	84	4	230	0.597	02-K88

Tabella 3.161: Informazioni dimensione II3

322	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	4.00	6.37	4.00	5.29
EFE.Z + 38	2.30	2.44	2.30	2.26

Tabella 3.162: Quote di architettura dello pneumatico dimensione II3

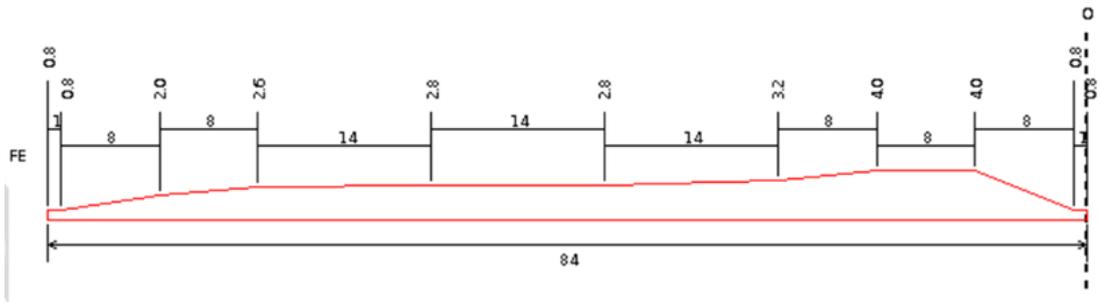


Figura 3.92: Profilo dimensione II3

Il profilo della dimensione II4 è riportato in Figura 3.93, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.163. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 11.896.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
770	810396-001	85	3.5	248	0.687	02-G97

Tabella 3.163: Informazioni dimensione II4

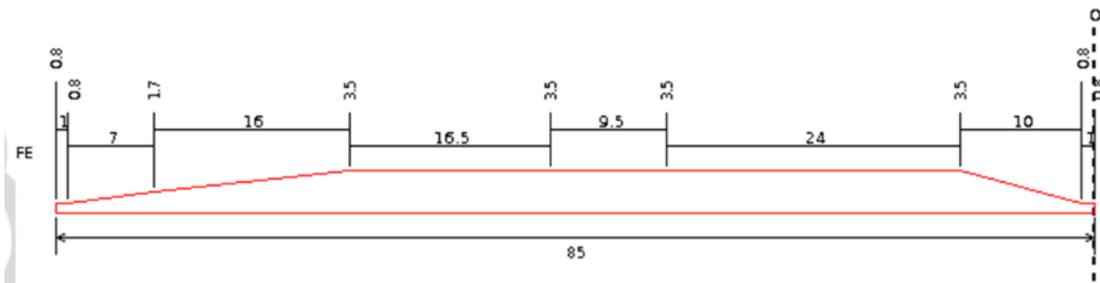


Figura 3.93: Profilo dimensione II4

Il profilo della dimensione II5 è riportato in Figura 3.94, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.164 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.165. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 6.135.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
485	824734-001	90	3.6	239	0.622	02-J20

Tabella 3.164: Informazioni dimensione II5

485	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	5.00	7.58	5.00	6.18
EFE.J - 11	2.90	2.70	2.90	2.52
EFE.Z + 30	2.20	2.23	2.20	1.95

Tabella 3.165: Quote di architettura dello pneumatico dimensione II5

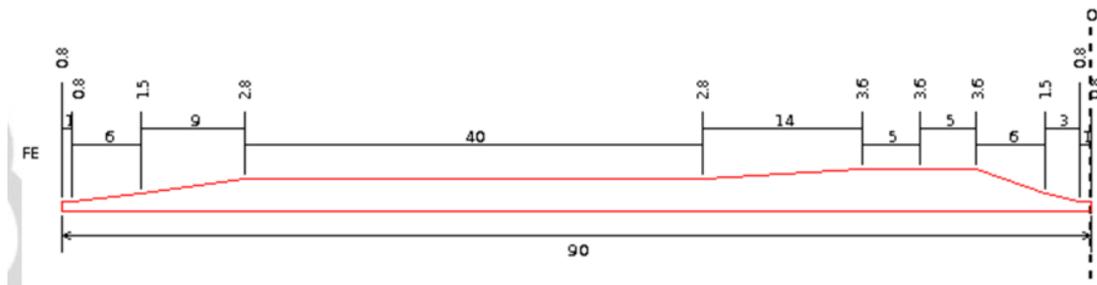


Figura 3.94: Profilo dimensione II5

La famiglia JJ è composta dalle dimensioni JJ1 e JJ2. Il profilo della dimensione JJ1 è riportato in Figura 3.95, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.166 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.167. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 12.312.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
446	1140373-001	82	3.8	236	0.613	02-L85

Tabella 3.166: Informazioni dimensione JJ1

446	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	4.00	4.83	4.00	5.28
EFE.Z + 40	2.00	2.28	2.00	2.06

Tabella 3.167: Quote di architettura dello pneumatico dimensione JJ1

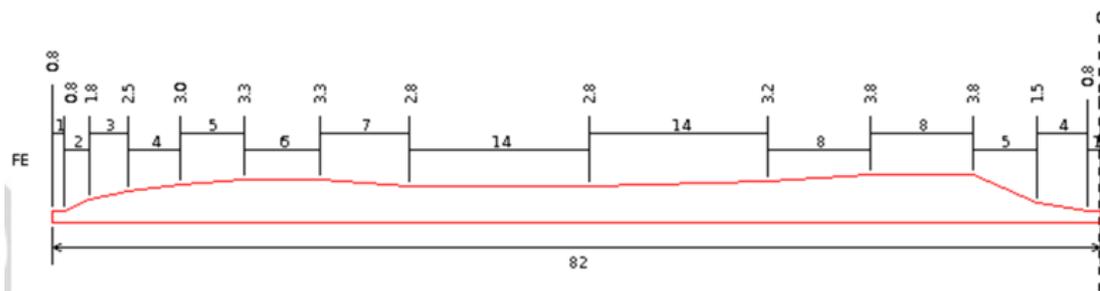


Figura 3.95: Profilo dimensione JJ1

Il profilo della dimensione JJ2 è riportato in Figura 3.96, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.168.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
342	1137566-001	86	3.6	229	0.597	02-L83

Tabella 3.168: Informazioni dimensione JJ2

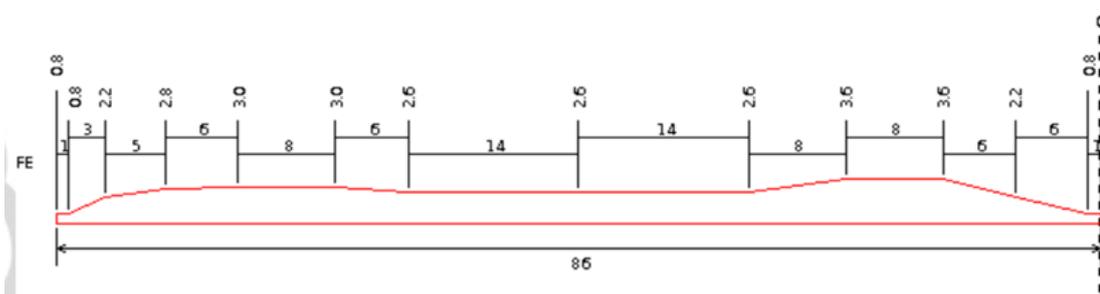


Figura 3.96: Profilo dimensione JJ2

La famiglia KK è composta dalle dimensioni KK1 e KK2. Il profilo della dimensione KK1 è riportato in Figura 3.97, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.169 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.170. La seguente dimensione è classificata ‘Long Tail’, con un volume produttivo di pneumatici pari a 13.993.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
537	1198282-001	88	4	253	0.700	02-M25

Tabella 3.169: Informazioni dimensione KK1

537	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	3.00	6.96	3.00	5.29
EFE.Z + 55	2.00	2.49	2.00	2.34

Tabella 3.170: Quote di architettura dello pneumatico dimensione KK1

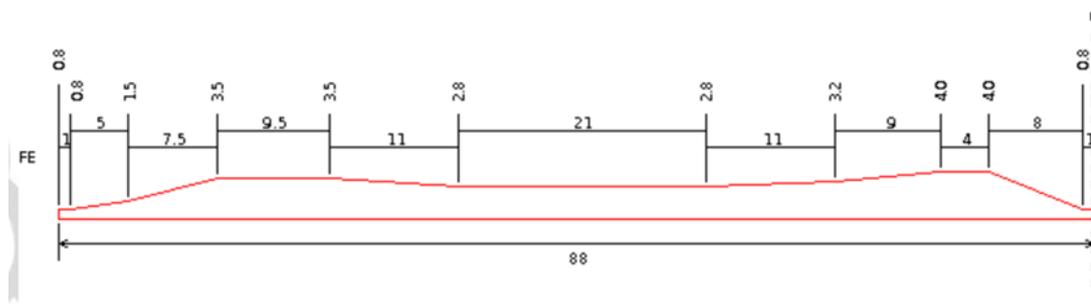


Figura 3.97: Profilo dimensione KK1

Il profilo della dimensione KK2 è riportato in Figura 3.98, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.171 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.172.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
860	1037095-001	91	4	292	0.876	02-L62

Tabella 3.171: Informazioni dimensione KK2

860	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	3.00	3.84	3.00	5.24
EFE.Z + 54	2.10	2.49	2.10	2.47

Tabella 3.172: Quote di architettura dello pneumatico dimensione KK2

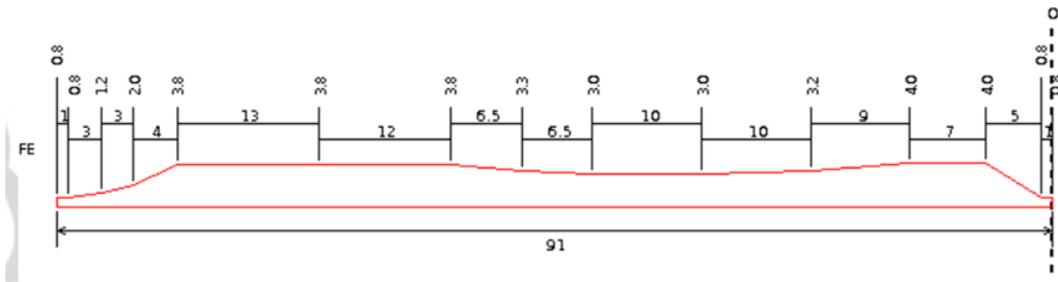


Figura 3.98: Profilo dimensione KK2

3.3.5 Con CJK e con larghezza $90 \text{ mm} < L < 104 \text{ mm}$

In questa categoria ricade la famiglia MM, composta dalle dimensioni MM1 e MM2. Il profilo della dimensione MM1 è riportato in Figura 3.99, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.173 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.174. La seguente dimensione è classificata 'Semi Big Runner', con un volume produttivo di pneumatici pari a 69.729.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
473	1170322-001	98	4	267	0.740	02-M11

Tabella 3.173: Informazioni dimensione MM1

473	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	5.00	2.48	5.00	6.89
EFE.J - 12	2.80	2.85	2.80	2.24
EFE.J - 25	2.10	1.94	2.10	2.50
EFE.Z + 50	2.40	2.50	2.40	1.81

Tabella 3.174: Quote di architettura dello pneumatico dimensione MM1

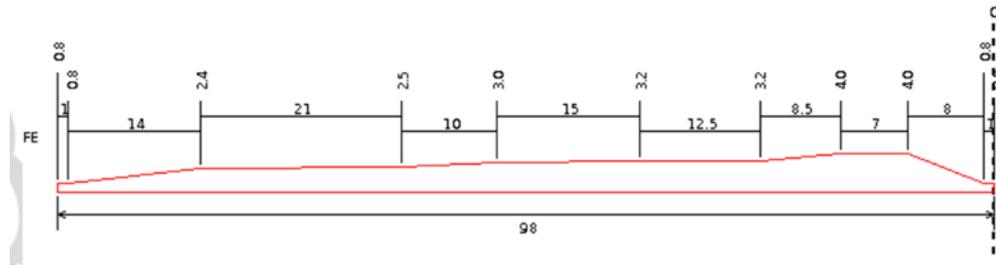


Figura 3.99: Profilo dimensione MM1

Il profilo della dimensione MM2 è riportato in Figura 3.100, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.175. La seguente dimensione è classificata 'Long Tail', con un volume produttivo di pneumatici pari a 7.717.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
530	1415005-001	97	3.8	280	0.776	02-B76

Tabella 3.175: Informazioni dimensione MM2

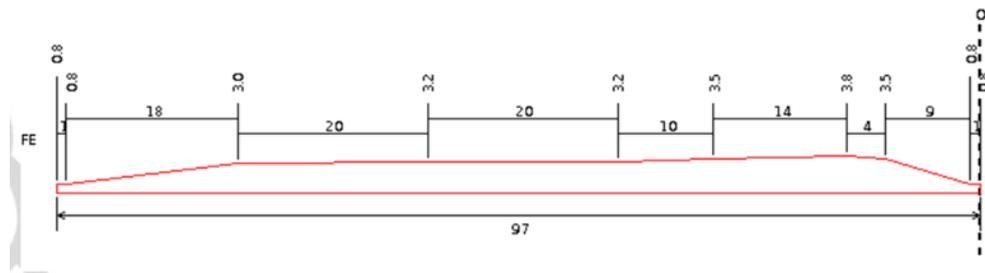


Figura 3.100: Profilo dimensione MM2

3.4 Mescola 25991

L'unica famiglia che presenta questa mescola è la famiglia NN, composta dalle dimensioni NN1 e NN2. Il profilo della dimensione NN1 è riportato in Figura 3.101, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.176 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.177. La seguente dimensione è classificata 'Semi Big Runner', con un volume produttivo di pneumatici pari a 25.779.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
311	1033760-001	89	5	307	0.878	02-L55

Tabella 3.176: Informazioni dimensione NN1

311	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	75.00	74.70	75.00	73.50
BFE	-5.00	-2.61	-5.00	-5.35
EFE.J - 41	2.50	2.55	2.50	2.56

Tabella 3.177: Quote di architettura dello pneumatico dimensione NN1

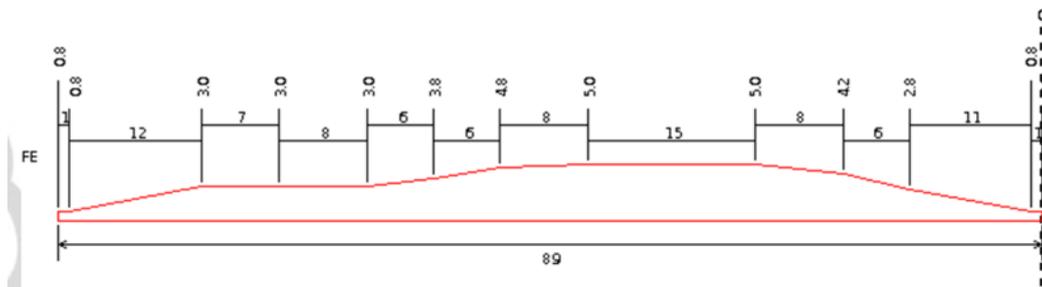


Figura 3.101: Profilo dimensione NN1

Il profilo della dimensione NN2 è riportato in Figura 3.102, mentre le informazioni relative alla specifica dimensione sono contenute in Tabella 3.178 e le quote di architettura dello pneumatico in Tabella 3.179.

CAB	Profilo FE	L	S	A	P	Lama
385	1326094-001	92	5.5	347	0.993	02-M79

Tabella 3.178: Informazioni dimensione NN2

385	THEO AR	MEDIA AR	THEO R	MEDIA R
HFE.JJ'	78.00	79.82	78.00	76.37
BFE	-5.00	-3.02	-5.00	-4.96
EFE.J - 50	3.00	3.20	3.00	3.21

Tabella 3.179: Quote di architettura dello pneumatico dimensione NN2

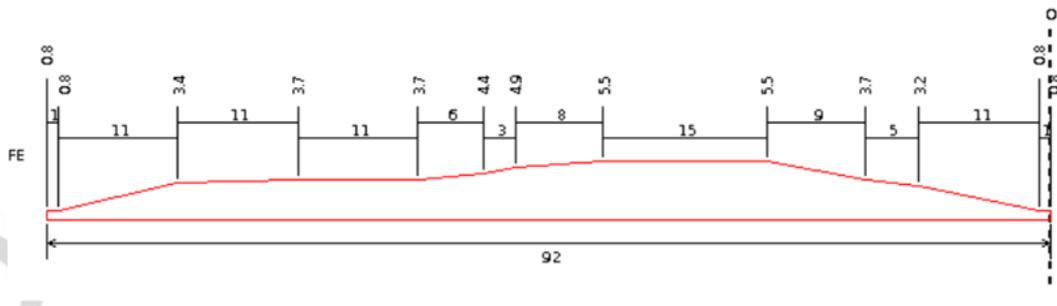


Figura 3.102: Profilo dimensione NN2

Capitolo 4

Sviluppo e Analisi delle proposte

4.1 Piano d'azione

In seguito alla creazione delle famiglie, si procede con la generazione di un piano d'azione contenente le proposte di sostituzione di un profilo con un altro della stessa famiglia. In particolare, vi possono essere due tipologie di prova possibili:

- Sostituzione di un profilo con uno esistente;
- Creazione di un profilo intermedio.

La creazione di un profilo intermedio si rende necessaria qualora vi siano due profili molto simili tra di loro, che però presentano differenze di dimensioni che porterebbero inevitabilmente alla generazione di difetti in fase di produzione. L'elenco di tutte le proposte è riportato in Tabella 4.1, nella quale vengono riportate le seguenti informazioni:

Numero Proposta	Tipologia proposta	Mescola	Tipologia di prova
1	A2 sostituisce A1	19086	Sostituzione del profilo
2	B1 sostituisce B2	19086	Sostituzione del profilo
3	C1 sostituisce C2	19086	Sostituzione del profilo
4	D2 sostituisce D1	19086	Sostituzione del profilo
5	D2 sostituisce D3	19086	Sostituzione del profilo
6	E4 sostituisce E1	19086	Sostituzione del profilo
7	E4 sostituisce E2	19086	Sostituzione del profilo
8	E4 sostituisce E3	19086	Sostituzione del profilo

(Continua alla pagina successiva)

(Continua dalla pagina precedente)

9	F1-F2	19086	Profilo intermedio
10	G3 sostituisce G1	19086	Sostituzione del profilo
11	G3 sostituisce G2	19086	Sostituzione del profilo
12	H1-H2	19086	Profilo intermedio
13	I1 sostituisce I2	19086	Sostituzione del profilo
14	I1 sostituisce I3	19086	Sostituzione del profilo
15	J1 sostituisce J2	19086	Sostituzione del profilo
16	J1 sostituisce J3	19086	Sostituzione del profilo
17	J1 sostituisce J4	19086	Sostituzione del profilo
18	K2 sostituisce K1	19086	Sostituzione del profilo
19	L1 sostituisce L2	19086	Sostituzione del profilo
20	L1 sostituisce L5	19086	Sostituzione del profilo
21	L4 sostituisce L3	19086	Sostituzione del profilo
22	M2 sostituisce M1	19086	Sostituzione del profilo
23	N3 sostituisce N5	19086	Sostituzione del profilo
24	N3 sostituisce N7	19086	Sostituzione del profilo
25	N4 sostituisce N2	19086	Sostituzione del profilo
26	N6 sostituisce N1	19086	Sostituzione del profilo
27	O2 sostituisce O1	19086	Sostituzione del profilo
28	P2 sostituisce P1	19086	Sostituzione del profilo
29	Q2 sostituisce Q1	19086	Sostituzione del profilo
30	S1 sostituisce S2	19086	Sostituzione del profilo
31	T1 sostituisce T2	19086	Sostituzione del profilo
32	T1 sostituisce T3	19086	Sostituzione del profilo
33	U2 sostituisce U1	19086	Sostituzione del profilo
34	V1 sostituisce V3	19086	Sostituzione del profilo
35	V1 sostituisce V5	19086	Sostituzione del profilo
36	V2 sostituisce V4	19086	Sostituzione del profilo
37	W1 sostituisce W2	19086	Sostituzione del profilo
38	X1-X2	19086	Profilo intermedio
39	AA1-AA2	25687	Profilo intermedio
40	BB2 sostituisce BB3	25687	Sostituzione del profilo
41	BB2 sostituisce BB4	25687	Sostituzione del profilo
42	BB1 sostituisce BB5	25687	Sostituzione del profilo
43	DD2 sostituisce DD1	25687	Sostituzione del profilo
44	DD2 sostituisce DD5	25687	Sostituzione del profilo
45	DD4 sostituisce DD3	25687	Sostituzione del profilo
46	EE2 sostituisce EE1	25687	Sostituzione del profilo

(Continua alla pagina successiva)

(Continua dalla pagina precedente)

47	EE4 sostituisce EE3	25687	Sostituzione del profilo
48	FF2 sostituisce FF3	25687	Sostituzione del profilo
49	FF2 sostituisce FF1	25687	Sostituzione del profilo
50	GG2 sostituisce GG1	25687	Sostituzione del profilo
51	HH3 sostituisce HH1	25687	Sostituzione del profilo
52	HH3 sostituisce HH2	25687	Sostituzione del profilo
53	II1 sostituisce II2	25687	Sostituzione del profilo
54	II1 sostituisce II4	25687	Sostituzione del profilo
55	II3-II5	25687	Profilo intermedio
56	JJ2 sostituisce JJ1	25687	Sostituzione del profilo
57	KK1 sostituisce KK2	25687	Sostituzione del profilo
58	MM1 sostituisce MM2	25687	Sostituzione del profilo
59	NN1 sostituisce NN2	25991	Sostituzione del profilo

Tabella 4.1: Elenco proposte realizzate

Dunque, in totale sono state elaborate 59 proposte, di cui:

- 54 proposte di sostituzione di un profilo con uno esistente;
- 5 proposte di creazione di un profilo intermedio.

4.2 Controllo Qualità (CQ)

Molto spesso si sente parlare di pneumatici di seconda scelta; in realtà non esistono pneumatici di qualità inferiore ma solamente che non rispettano i requisiti fissati dai costruttori per il prodotto che deve essergli consegnato. Il produttore invece, fissa gli standard che devono essere rispettati per ottemperare alla sicurezza ed alla performance del prodotto in funzione dei test regolamentari e della performance che intende richiedere ai suoi prodotti. Per Michelin, sovente, le specifiche interne sono più stringenti di quelle dei costruttori e nella classificazione degli pneumatici si applicano sempre i criteri più restrittivi. Quindi se una copertura durante le fasi di controllo qualità non supera alcuni requisiti, ma risulta ancora nel range di tolleranza accettabile viene declassata da OE (Original Equipment) a RT (Replacemet Tyre) e destinata ai gommisti come mercato di ricambio. Questo per l'uniformità. Per l'aspetto invece i requisiti sono i medesimi. L'uniformità è differente perché il costruttore può avere esigenze specifiche per il proprio veicolo; infatti, un costruttore ha delle necessità di produttività importanti per equilibrare il sistema ruota (cerchio e pneumatico) laddove il gommista può operare con più

tempo. Nel caso in cui una copertura presenti una difettosità tale da non poter essere messa sul mercato, quest'ultima viene classificata come H e scartata. In questo studio è stato considerato il numero totale, mese per mese, di pneumatici scartati per ogni dimensione ricevente un nuovo profilo, per un periodo che va da ottobre 2022 a febbraio 2023. Questi dati verranno nel seguito confrontati con i dati di CQ ottenuti della medesima dimensione con il nuovo profilo, al fine di valutare la validità della proposta. I dati sono riportati in Tabella 4.2.

CAB	CODICE	CQ_H_10	CQ_H_11	CQ_H_12	CQ_H_01	CQ_H_02
803	A1	0	0	0	0	0
340	B2	4	1	0	0	0
648	C2	0	0	0	0	0
873	D1	0	0	2	0	1
606	D3	4	2	0	0	1
853	E1	0	0	2	0	1
601	E2	0	0	0	1	5
554	E3	1	0	1	0	0
671	F1	0	0	0	0	0
623	F2	0	0	0	0	0
837	G1	0	0	0	0	0
668	G2	0	0	0	0	0
771	H1	0	1	0	0	0
705	H2	0	0	0	0	0
882	I2	0	0	0	3	0
729	I3	0	0	0	0	0
714	J2	0	0	0	0	2
780	J3	0	0	0	0	0
775	J4	0	0	0	0	0
767	K1	0	0	0	4	0
706	L2	0	0	0	0	0
539	L5	0	0	0	0	1
779	L3	0	0	2	0	1
811	M1	0	0	0	0	1
715	N5	0	0	0	0	0
725	N7	0	0	0	0	0
450	N2	0	0	0	1	1
753	N1	4	1	0	0	1
333	O1	2	3	0	0	0
727	P1	0	0	0	0	0

(Continua alla pagina successiva)

(Continua dalla pagina precedente)

467	Q1	0	0	0	0	0
807	S2	0	0	0	1	0
718	T2	0	0	0	0	1
855	T3	0	0	0	0	1
455	U1	0	0	0	0	1
513	V3	0	0	0	4	0
325	V5	0	2	0	0	3
825	V4	0	0	0	0	0
332	W2	0	0	0	1	0
502	X1	0	0	0	0	0
509	X2	0	0	0	0	0
605	AA1	0	0	0	0	0
655	AA2	0	0	0	0	0
681	BB3	0	0	0	0	2
614	BB4	0	1	1	0	0
872	BB5	0	0	0	1	1
447	DD1	0	0	0	0	0
622	DD5	0	1	0	0	1
720	DD3	0	0	0	0	0
669	EE1	0	1	0	3	0
774	EE3	1	1	1	1	0
301	FF3	0	0	0	0	0
733	FF1	0	1	65	3	2
306	GG1	0	0	0	0	4
392	HH1	1	13	6	57	20
831	HH2	9	8	1	0	1
870	II2	33	2	45	23	0
770	II4	0	4	1	0	0
322	II3	0	0	0	0	0
485	II5	0	0	0	0	0
446	JJ1	0	0	0	0	0
860	KK2	0	7	0	0	0
530	MM2	0	0	0	0	0
385	NN2	0	0	0	0	0

Tabella 4.2: Dati controllo qualità ottobre-febbraio

4.3 Analisi Risultati Ottenuti

4.3.1 Caso Studio 1 (Proposta 4)

Il primo caso studio analizzato è in riferimento alla Proposta 4, ovvero la sostituzione del profilo della dimensione D2 al posto del profilo della dimensione D1. La prova è stata realizzata nei mesi di luglio ed agosto 2023, nelle settimane in cui la dimensione di riferimento è stata in marcia. In particolare, la dimensione con il nuovo profilo è stata messa in marcia per un giorno intero senza dare problematiche in termini di qualità, tanto che si è proseguiti con le prove e si sono ottenuti i seguenti risultati:

- 2 pneumatici catalogati H sono stati prodotti nel mese di luglio;
- 0 pneumatici catalogati H sono stati prodotti nel mese di agosto.

Di conseguenza, essendo in linea con i dati di controllo qualità della medesima dimensione con il suo profilo originario, si evince che la sostituzione del profilo non ha comportato particolari problematiche, tanto che si è valutato di sostituire definitivamente il profilo FE su questa dimensione.

4.3.2 Caso Studio 2 (Proposta 6)

Il secondo caso studio analizzato è inerente alla Proposta 6, ovvero la sostituzione del profilo della dimensione E4 al posto del profilo della dimensione E1. La prova è stata realizzata il 18 luglio, e sono state prodotte circa 350 coperture, con un numero di pneumatici H prodotti pari a zero. Di conseguenza, la proposta è stata approvata e la dimensione con il nuovo profilo verrà poi messa in marcia corrente.

4.3.3 Caso Studio 3 (Proposta 9)

Il terzo caso studio analizzato fa riferimento alla proposta 9, ovvero alla creazione di un profilo intermedio alle dimensioni F1 e F2 tale da poterle sostituire entrambe. In particolare, dato che le dimensioni considerate non erano in marcia, non sono state realizzate prove. Tuttavia, data la similarità dei profili si è ritenuto di poter effettuare la sostituzione del nuovo profilo intermedio al posto dei due profili precedenti, sulla base di valutazioni fatte anche dai tecnici di reparto.

4.3.4 Caso Studio 4 (Proposta 12)

Il terzo caso studio analizzato fa riferimento alla proposta 12, ovvero alla creazione di un profilo intermedio alle dimensioni H1 e H2 tale da poterle sostituire entrambe. In particolare, dato che le dimensioni considerate non erano in marcia, non sono state realizzate prove. Tuttavia, data la similarità dei profili si è ritenuto di poter effettuare la sostituzione del nuovo profilo intermedio al posto dei due profili precedenti, sulla base di valutazioni fatte anche dai tecnici di reparto.

4.3.5 Caso Studio 5 (Proposta 23)

Il quinto caso studio analizzato è inerente alla Proposta 23, ovvero la sostituzione del profilo della dimensione N3 al posto del profilo della dimensione N5. La prova è stata realizzata nel mese di luglio 2023, nelle settimane in cui la dimensione di riferimento è stata in marcia. Il numero di pneumatici con difettosità H prodotti è pari a zero. Di conseguenza, la proposta è stata approvata e la dimensione con il nuovo profilo verrà poi messa in marcia corrente.

4.3.6 Caso Studio 6 (Proposta 31)

Il sesto caso studio analizzato è inerente alla Proposta 31, ovvero la sostituzione del profilo della dimensione T1 al posto del profilo della dimensione T2. La prova è stata realizzata nel mese di agosto 2023, nelle settimane in cui la dimensione di riferimento è stata in marcia. In particolare, è stata eseguita una prima giornata di prova dove sono state realizzate circa 30 coperture, senza pneumatici classificati H prodotti. Successivamente, è stata eseguita una nuova prova che ha prodotto i medesimi risultati. Conseguentemente, la proposta è stata validata e la dimensione considerata entrerà in marcia con la nuova lama FE e con il nuovo profilo.

4.3.7 Caso Studio 7 (Proposta 42)

Il settimo caso studio analizzato è inerente alla Proposta 42, ovvero la sostituzione del profilo della dimensione BB1 al posto del profilo della dimensione BB5. La prova è stata realizzata nel mese di agosto 2023, nelle settimane in cui la dimensione di riferimento è stata in marcia. Il risultato è stato il seguente: 1 pneumatico con difettosità H prodotto. Il risultato è in linea con i dati di controllo qualità della medesima dimensione con il suo profilo originario, si evince che la sostituzione del profilo non ha comportato particolari problematiche, tanto che si è valutato di sostituire definitivamente il profilo FE su questa dimensione.

4.3.8 Caso Studio 8 (Proposta 45)

L'ultimo caso studio analizzato è inerente alla Proposta 45, ovvero la sostituzione del profilo della dimensione DD4 al posto del profilo della dimensione DD3. La prova è stata realizzata nel mese di agosto 2023, nelle settimane in cui la dimensione di riferimento è stata in marcia. Il risultato è stato il seguente: 3 pneumatici con difettosità H prodotti. Il risultato è in linea con i dati di controllo qualità della medesima dimensione con il suo profilo originario; dunque, la sostituzione del profilo non ha comportato particolari problematiche e, di conseguenza, è stato possibile sostituire definitivamente il profilo FE su questa dimensione.

Capitolo 5

Valutazione Economica

Questo studio circa l'ottimizzazione del numero di geometrie di fianco esterno presenti comporta due vantaggi dal punto di vista economico:

- Un risparmio annuale derivante dall'eliminazione di un determinato numero di geometrie;
- Un risparmio annuale in gomma, derivante dalla differenza di peso e di sezione delle geometrie sostituite.

5.1 Risparmio annuale geometrie FE

La singola geometria FE ha un costo annuale circa pari a € 4.000. Dato che sono state elaborate 59 proposte, ciascuna di queste corrisponde all'eliminazione di una geometria di fianco esterno. Dunque, il risparmio annuale derivante dall'eliminazione di queste geometrie di fianco esterno è dato da:

$$R_{FE} = \text{Numero geometrie eliminabili} * \text{Costo singola Geometria}$$

Il risparmio annuale è quindi pari a € 236.000.

5.2 Risparmio annuale in gomma

Il risparmio annuale in gomma deriva dalla presenza di valori differenti di peso e sezione tra profilo sostituito e profilo sostituito. In particolare, il risparmio in peso della singola copertura, in kg, è così calcolato:

$$R_{\text{copertura}} = \left(\frac{\text{Peso}_{\text{profilo_sostituito}}}{\text{Sezione}_{\text{profilo_sostituito}}} \right) * (\text{Sezione}_{\text{profilo_sostituente}} - \text{Sezione}_{\text{profilo_sostituito}})$$

Per ottenere il risparmio in peso annuale, va moltiplicato il valore appena ottenuto per la singola copertura, per il volume produttivo annuale. In seguito, questo valore moltiplicato per il costo della gomma, circa pari a 2,63 €/kg, permette di ottenere il risparmio in gomma annuale per ogni singola proposta. I dati economici circa le 59 proposte sono riportate in Tabella 5.1.

Numero Proposta	R_copertura [kg]	R_peso [kg]	R_gomma [€]
1	0.149	244	641
2	0.163	28.015	73.679
3	0.063	187	491
4	0.007	318	835
5	0.035	153	402
6	0.054	1.622	4.267
7	0.126	3.469	9.124
8	0.062	846	2.224
9	0.019	460	1.210
10	0.080	1.074	2.824
11	0.088	645	1.696
12	0.019	82	217
13	0.061	1.633	4.294
14	0.086	1.646	4.328
15	-0.028	-199	-524
16	0.109	324	853
17	0.029	68	180
18	0.054	1.107	2.911
19	0.057	973	2.558
20	-0.022	-148	-389
21	0.067	1.034	2.720
22	0.033	298	783
23	0.015	24	64
24	0.156	388	1.020
25	0.025	395	1.038
26	0.067	2.235	5.877
27	0.124	2.365	6.221
28	0.064	512	1.346
29	0.025	458	1.205

(Continua alla pagina successiva)

(Continua dalla pagina precedente)

30	0.088	2.815	7.403
31	0.147	5.021	13.206
32	0.073	0	0
33	0.019	583	1.534
34	-0.097	-707	-1.858
35	-0.157	-127	-333
36	0.050	179	471
37	0.025	345	907
38	0.110	762	2.006
39	0.033	602	1.584
40	-0.040	-89	-235
41	0.119	310	816
42	0.009	6	17
43	0.063	8.133	21.389
44	-0.007	-47	-124
45	0.063	8.133	21.389
46	0.012	82	216
47	0.047	238	627
48	0.075	20.564	54.083
49	0.011	26	68
50	0.050	838	2.204
51	0.136	16.561	43.555
52	0.028	659	1.732
53	0.063	1.269	3.337
54	0.058	692	1.820
55	-0.013	-141	-372
56	0.018	224	589
57	0.117	0	0
58	0.036	278	731
59	0.114	0	0

Tabella 5.1: Risparmio annuale in gomma per singolo profilo

Il totale in gomma risparmiato annualmente, nel caso in cui tutte le proposte fossero valide e accettabili, è pari a € 289.718.

5.3 Risparmio annuale totale

La sintesi della valutazione economica fino ad ora realizzata è rappresentata in Figura 5.1.

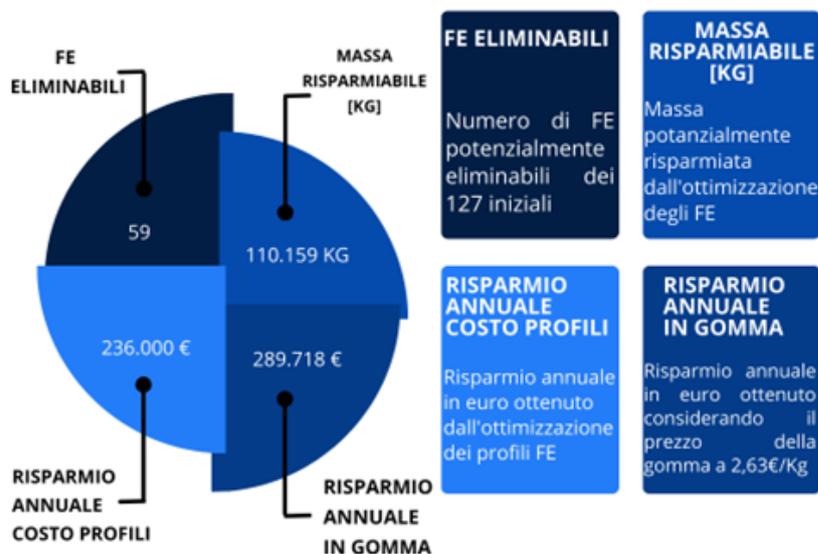


Figura 5.1: Risparmio annuale totale

Il risparmio annuale totale potenziale è dato dalla somma del risparmio in gomma e del risparmio derivante dall'eliminazione di geometrie FE, pari a € 525.718.

5.4 Risparmio effettivo dei casi studio considerati

5.4.1 Caso Studio 1 (Proposta 4)

Risparmio peso copertura = 7 g
 Risparmio peso annuale = 318 kg
 Volume produttivo = 47.190
 Risparmio costo annuale = € 835
 Risparmio costo FE annuale = € 4.000
Risparmio totale annuale = € 4.835

5.4.2 Caso Studio 2 (Proposta 6)

Risparmio peso copertura = 54 g
Risparmio peso annuale = 1.622 kg
Volume produttivo = 29.919
Risparmio costo annuale = € 4.267
Risparmio costo FE annuale = € 4.000
Risparmio totale annuale = € 8.267

5.4.3 Caso Studio 3 (Proposta 9)

Risparmio peso copertura = 37 g
Risparmio peso annuale = 460 kg
Volume produttivo = 24.652
Risparmio costo annuale = € 1.210
Risparmio costo FE annuale = € 8.000
Risparmio totale annuale = € 9.210

5.4.4 Caso Studio 4 (Proposta 12)

Risparmio peso copertura = 21 g
Risparmio peso annuale = 82 kg
Volume produttivo = 4.355
Risparmio costo annuale = € 217
Risparmio costo FE annuale = € 8.000
Risparmio totale annuale = € 8.217

5.4.5 Caso Studio 5 (Proposta 23)

Risparmio peso copertura = 15 g
Risparmio peso annuale = 24 kg
Volume produttivo = 1.632
Risparmio costo annuale = € 64
Risparmio costo FE annuale = € 4.000
Risparmio totale annuale = € 4.064

5.4.6 Caso Studio 6 (Proposta 31)

Risparmio peso copertura = 147 g
Risparmio peso annuale = 5021 kg
Volume produttivo = 34.078
Risparmio costo annuale = € 13.206
Risparmio costo FE annuale = € 4.000
Risparmio totale annuale = € 17.206

5.4.7 Caso Studio 7 (Proposta 42)

Risparmio peso copertura = 9 g
Risparmio peso annuale = 6 kg
Volume produttivo = 683
Risparmio costo annuale = € 17
Risparmio costo FE annuale = € 4.000
Risparmio totale annuale = € 4.017

5.4.8 Caso Studio 8 (Proposta 45)

Risparmio peso copertura = 63 g
Risparmio peso annuale = 1.611 kg
Volume produttivo = 25.619
Risparmio costo annuale = € 4.238
Risparmio costo FE annuale = € 4.000
Risparmio totale annuale = € 8.238

Dunque, lo studio realizzato fino ad ora ha portato all'eliminazione di 10 geometrie di fianco esterno, con un risparmio annuo totale di € 64.054.

Capitolo 6

Standardizzazione

In questo studio sono stati analizzati un totale di 137 profili di fianco esterno, e si è giunti all'elaborazione di un numero di proposte pari a 59, che corrisponde al numero di profili potenzialmente eliminabili, in attesa di validazione. In particolare, si è ottenuta una potenziale riduzione del 43% sul totale di profili considerati. Tuttavia, è necessaria l'introduzione di uno standard al fine di evitare una nuova proliferazione di profili. Si tratta dell'elaborazione di un *modus operandi* da seguire prima che si arrivi alla creazione di un nuovo profilo, come raffigurato in Figura 6.1.



Figura 6.1: Linee guida ottimizzazione geometrie fianco esterno

Dunque, la creazione di un nuovo profilo è da realizzarsi solo se strettamente necessaria, e solo nel caso in cui il costo del nuovo profilo è giustificato da elevati volumi produttivi della dimensione a cui fa riferimento. In particolare, in Figura 6.2 è mostrato in maniera schematica lo standard da seguire prima di procedere alla creazione di un nuovo profilo.

Nel caso in cui vi sia un profilo già esistente adatto a quella dimensione, si effettuano delle prove e, sulla base dei risultati, si valuta l'introduzione di quel profilo in marcia corrente (MC) per quella specifica dimensione. In seguito, mensilmente si effettuano delle analisi dei risultati ottenuti (Jealon LI) e sulla base di questi risultati si valuta la validazione definitiva del profilo. Nel caso in cui si rendesse necessaria la creazione di un nuovo profilo, è necessario uno step di valutazione economica per valutare se i benefici siano effettivamente maggiori dei costi.

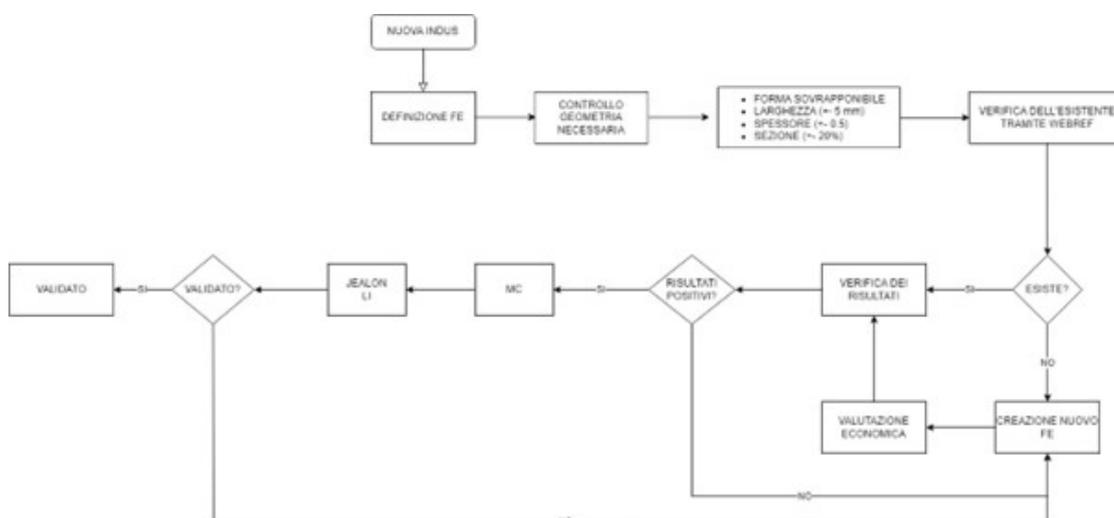


Figura 6.2: Standard geometrie fianco esterno

Questo standard, impiegato per lo stabilimento Michelin di Cuneo, fornisce la possibilità di abbattere i costi derivanti da una proliferazione di profili FE, comportando anche un incremento dell'efficienza produttiva dell'intero stabilimento.

Capitolo 7

Conclusioni

Il sito Michelin di Cuneo è un sito estremamente complesso per quanto riguarda la fabbricazione di pneumatici. A portafoglio vi sono più di 300 dimensioni differenti di pneumatici, che si contraddistinguono per una elevata differenziazione geometrica del fianco. Lo studio realizzato è di fondamentale importanza in quanto, senza una adeguata operazione di standardizzazione del fianco esterno, gli impatti economici e di capacità di produzione in estrusione diventano tali da rendere la fabbricazione quanto mai penalizzante.

In particolare, sono stati considerati esclusivamente i 147 profili di fianco esterni degli pneumatici realizzati mediante mezzi automatici. Dall'analisi della geometria, delle quote di architettura dello pneumatico e apponendo alcuni vincoli dimensionali, si è osservato come fosse possibile raggruppare questi profili in famiglie. In seguito, da questa suddivisione sono state elaborate 59 proposte, che corrispondono al numero di profili FE potenzialmente eliminabili.

Per ogni proposta, è stata realizzata una valutazione economica per valutare i benefici economici derivanti da quest'operazione di sostituzione. Nella fattispecie, l'impatto economico di queste proposte è rilevante in quanto non solo comporta un risparmio derivante dall'eliminazione della singola geometria FE, ma porta con sé un risparmio intrinseco in gomma derivante dalle differenti sezioni dei profili considerati.

Sono stati considerati 8 casi studio, corrispondenti a 8 proposte che hanno avuto successo in seguito alle prove realizzate con la nuova lama FE.

In ultima analisi, è stato introdotto uno standard per i nuovi processi di creazione di nuove geometrie di fianco esterno. Questo assume un'importanza fondamentale per evitare una nuova proliferazione di geometrie FE all'interno del portafoglio Michelin, in quanto permette di definire un 'modus operandi' per evitare, se non in casi strettamente necessari ed economicamente convenienti, la creazione di un nuovo profilo.

Dentro questo contesto, questo studio ha permesso non solo di raggiungere considerevoli risultati in termini di risparmio economico, ma ha anche portato con sé un modo per mantenere stabili i risparmi ottenuti negli anni, oltre ad un incremento di efficienza nella produzione degli pneumatici data dalla riduzione del numero di lame FE presenti.

Capitolo 8

Bibliografia

- [1] ‘La storia degli pneumatici’
<https://www.galcianesegomme.it/la-storia-degli-pneumatici/>
- [2] ‘Gomma naturale: come si produce e utilizzi principali’
<https://cavallero gomma.it/gomma-naturale-come-si-produce-e-utilizzi/>
- [3] ‘La storia dello pneumatico’
http://www.mgpneus.com/it/news/9-La_storia_dello_pneumatico/
- [4] ‘Storia della Michelin’, documento Michelin Italiana SPA
- [5] ‘Di quali materiali è costituito uno pneumatico?’
<https://www.trgomme.it/blog4x4/quali-materiali-costituito-un-pneumatico/>
- [6] ‘Come Leggere uno Pneumatico – Significato Sigle sul Fianco’
<https://www.gommeblog.it/news-gomme-e-cerchi/289/come-leggere-un-pneumatico-auto-i-dati-scritti-sulla-spalla/Comeleggereunpneumatico/>
- [7] ‘Le sigle degli pneumatici’
<https://www.gommadiretto.it/indicazioni-sul-pneumatico>
- [8] ‘Pneumatico – Struttura interna’
<https://meccanicadelveicolo.com/2016/11/20/pneumatico-struttura/>
- [9] «Michelin in Italia | MICHELIN»
<https://www.michelin.it/michelin-in-italia>
- [10] ‘Gamme Michelin’
<https://www.michelin.it/auto/gomme-auto-suv-furgonishfbritw7>
- [11] ‘Scoperta produzione pneumatico’, documento Michelin Italiana SPA
- [12] ‘Sintesi schematica quote FE’, documento Michelin Italiana SPA